This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

05.0 V

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

On loan from
California Dept. of Natural Resources
DIVISION OF M

DE

LA RICHESSE MINÉRALE.

Cas 4
2 Shelf

DE LA

RICHESSE MINÉRALE.

CONSIDÉRATIONS

SUR LES MINES, USINES ET SALINES DES DIFFÉRENS ÉTATS, PRÉSENTÉES COMPARATIVEMENT,

1.o Sous le rapport des produits et de l'administration, dans une première division, intitulée *DIVISION ÉCONOMIQUE ;*

2.o Sous le rapport de l'état actuel de l'art des mines et usines, dans une seconde division, intitulée *DIVISION TECHNIQUE ;*

(Avec un Atlas *in-folio* de 65 planches.)

PAR A. M. HÉRON DE VILLEFOSSE,

Maître des Requêtes au Conseil d'État, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines de France, Membre de l'Académie royale des Sciences de Paris, Associé correspondant de la Société royale de Gottingue et de la Société des Amis de la nature de Berlin, Membre honoraire de la Societe minéralogique de Jena et de la Société d'histoire naturelle de Hanau, Docteur en l'Université de Halle, Membre de la Légion d'honneur, Chevalier de l'Ordre des Guelfes.

Quæ in aperto gravia, humum infra moliri.
(TACIT. Annal. lib. 11, art. 20.)

TOME SECOND.

Division Technique,

(I.re ET II.e PARTIES.)

CALIFORNIA STATE LIBRARY SAN FRANCISCO.

PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

1819.

Wi

622
H562d
v.2

AVERTISSEMENT.

Le tome I.er de cet ouvrage fut publié en l'année 1810; il contient la *Division économique* de la *Richesse minérale*; c'est-à-dire, les faits et les considérations qui ont rapport aux produits et à l'administration des mines, usines et salines.

Depuis cette époque, les événemens politiques des années 1814 et 1815 ont apporté de nombreux changemens dans les divisions géographiques et dans les dénominations de plusieurs pays; mais on se rappellera que, dans le tome I.er, nous avons eu soin de présenter les établissemens relatifs au règne minéral tels qu'ils étoient avant les circonstances extraordinaires de l'année 1810, et nous avons employé, pour désigner les différentes contrées où ils sont situés, les anciens noms que ces contrées ont repris aujourd'hui. (*Voyez* tome I.er, pages 49 et autres.) Ainsi, d'après ce même tome I.er, il sera encore facile au lecteur de se représenter l'état actuel des établissemens de chaque pays, sous le rapport

économique; pour cela, il suffira d'avoir égard aux changemens survenus depuis l'année 1810. D'ailleurs, la table alphabétique des trois volumes de la *Richesse minérale*, qui est jointe au tome III, offre un moyen prompt de trouver dans le tome I.er ce qui appartient aujourd'hui à chacun des pays qu'il indique, et de réunir sous un même point de vue les diverses portions d'un même ensemble.

Quant à la *Division technique* de cet ouvrage, elle présente les différentes contrées sous les noms qu'elles portent actuellement.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE II.e VOLUME DE LA *RICHESSE MINÉRALE.*

INTRODUCTION à la Division technique de cet ouvrage.

Différence entre l'architecture et les mines. — But de l'*Atlas de la Richesse minérale.* — Plan général de l'Atlas et de la Division technique. *Pag.* 1 à 5.
Moyens de représentation employés: .... Exécution par la gravure. — Coup-d'œil sur divers pays de mines. 6 à 10.

DÉVELOPPEMENT du Plan de cette Division technique.

Ensemble de l'art: .... Classement des exemples; .... 1.re, 2.e, 3.e et 4.e parties. 11 à 20.

I.re PARTIE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

CHAPITRE I.er De l'Étude des Roches.

Manière d'étudier les roches: .... Structure en petit; .... Structure en grand; .... Gisement; .... Composition et formations. 21 à 26.
Age relatif des roches: .... Terrain primitif; — de transition; — secondaire; .... Roches trapéennes; .... Terrain d'alluvion; — volcanique. 26 à 30.

CHAP. II. Du Gisement des Minerais exploitables.

Objets d'exploitation. — Gangues des minerais. — Deux classes de gîtes: .... Objets à observer; .... Filons; .... Couches; .... Accidens des gîtes. 31 à 37.
Ensemble de filons; — de couches; .... Causes des accidens. — Ensemble de couches et filons; .... Utilité des explications; .... Exemples. — Modifications des gîtes: .... Banc de minerais; .... Masse couchée; .... Failles et crains; ....

Masse droite; .... Masse entrelacée; .... Amas irrégulier. 37 à 42.
Gîtes en divers terrains. — Coup-d'œil sur les mines les plus célèbres. 42 et 43.

Exemples du gisement des diverses substances.

Bancs de minerais; — d'étain; — de cuivre; — de cobalt, &c.; — de soufre; — de fer; — de plomb; — de mercure; — d'alun; — de vitriol. 43 et 44.
Masses couchées de minerais; — de cuivre, &c.; — de divers métaux; — de fer spathique; — de manganèse; — de plomb; — de zinc; — de mercure; — houille; — minerai de fer; — sel gemme; — bois fossile; — soufre; — minerais d'alluvion. 44 à 46.
Couches: — houille; — schiste cuivreux; — minerai de plomb; — de fer; — sel gemme; — asphalte; — alun et vitriol. 46 et 47.
Filons: — minerais d'étain; — de fer; — d'or; — d'antimoine; — d'argent; — d'or; — de cuivre; — de divers métaux. 47 à 49.
Masses entrelacées: — minerais d'étain. 49.
Masses droites: — fer spathique; — calamine. 49 et 50.
Amas irréguliers: — minerais métallifères. 50.

Résumé sur les gîtes de minerais et sur les indices de mines.

Gisement des divers objets d'exploitation: — étain; — or; — argent; — cuivre; — plomb; — fer; — mercure; — cobalt; — antimoine; — bismuth et nickel; — zinc; — houille; — sel gemme; — alun; — bois fossile; — asphalte; — soufre. 50 à 53.
Utilité des faits: .... Indices de mines; — négatifs; — positifs. 53 à 55.

EXPLICATION DES PLANCHES 1, 2, 3.

Cartes présentant l'ensemble des circonstances relatives à l'exploitation des mines.

Carte, pl. 1. — Carte, pl. 2: .... Exemple; .... Roches; .... Gîtes de minerais; .... Travaux souterrains; .... Puits et galeries; .... Nivellement du Hartz; .... Eaux motrices; .... Usines. 56 à 61.
Carte, pl. 3: .... Roches; .... Montagnes de la Saxe; — premier groupe; — second groupe; — troisième groupe: .... Coup-d'œil sur les trois groupes; .... Gîtes de minerais et mines; .... Coup-d'œil sur la Bohême; .... *Mittelgebirge*. 61 à 66.

CHAP. III. Des Instrumens et des Opérations de la Géométrie souterraine.

Objet de la géométrie souterraine. — Instrumens: .... Boussole; .... Graduation; .... Rapporteur; .... Emploi de la boussole; .... Notations inverses; .... Demi-cercle gradué; .... Cordon ou chaîne. 67 à 72.
Exécution d'un *levé:* .... Stations; .... Calepin d'observations; .... Calcul des stations; .... Exemple; .... Suite du calepin; .... Confection du *tracé*. —

Tracé du plan: .... Diverses applications. — Tracé des profils. — Corrélation des *tracés*, &c.: .... Profil du terrain; .... Modes d'opérer; .... Divers cas. 72 à 80.
Inconvéniens de la boussole: .... Méthode de *Scheidhauer*; .... Tableau proposé; .... Comparaison des méthodes. 80 à 83.
Moyens contre le fer: .... Rondelles graduées; .... Emploi des rondelles; .... Planchettes; .... Chaîne et cercle gradué; .... Opérations du *levé*; .... Exécution du tracé; .... Graphomètre souterrain. 83 à 87.
Variété des problèmes: — Exemples de solutions; .... Applications de la géométrie descriptive. — Disposition des plans et profils: .... Exemples de représentation. 87 à 91

EXPLICATION des Figures relatives aux instrumens de la géométrie souterraine; objets accessoires de la planche 4.

Pl. 4: — *fig. 1 à 3*; — *fig. 4*; — *fig. 5*. 91 à 93.

CHAP. IV. Des divers Outils et Procédés d'entaillement.

Cas d'entaillement classés. — Modes d'entaillement: .... Déblaiement; .... Travail au pic; .... Pointerole et marteau; .... Travail à la pointerole; .... Travail à la poudre. 94 à 98.
Outils, pl. 15, *fig. 11*: .... Divers fleurets; .... Trous de mine à 1 et à 2; .... Fabrication des fleurets. — Dimensions des outils: .... Exemple du Erzgebirge; .... Exemple du Hartz. — Principes du tirage: .... Confection des cartouches. 98 à 103.
Divers modes de tirage: .... Essais comparatifs; .... Avantages du tirage au tasseau, &c.; .... Boute-feu et mèche; .... Coup de mine. 103 à 107.
Travail par le feu. 107 et 108.

CHAP. V. Des divers Modes d'exploration préalable qu'on peut employer dans une contrée où l'on soupçonne l'existence de tel ou tel Gîte de minerais.

Objets à considérer: .... Région intacte; .... Mines délaissées; .... Nouveaux gîtes. — Moyens de recherche: .... Fouilles; .... Tranchées; .... Sondage; .... Choix des moyens. 109 à 112.
Recherche par fouilles; — par tranchées; — par sondage. 113 et 114.
Pièces de la sonde: .... tête; .... tige; .... outils; — accessoires. — Divers cas de sondage; .... Sonde du mineur. — Règles du sondage: .... Exécution d'un trou de sonde. — Dépenses du sondage. 114 à 122.

EXPLICATION des Figures relatives au sondage; objets accessoires de la planche 6.

Div. V.°, outils: .... Div. VI.°, accessoires; .... Moyens d'assemblage. 122 à 124.

CHAP. VI. Des Moyens ou Tentatives par lesquels, en cas de découverte, on peut convertir les Travaux de recherche en Exploitation permanente.

Tentatives sur filons; — sur couches. — Choix des moyens: .... Galeries; .... Puits; .... Motifs de préférence; .... Réunion des moyens. — Anciens travaux. — Mines en activité. — Questions à résoudre. 125 à 129.

CHAP. VII. Des divers Moyens de descendre dans les Mines, de les éclairer et d'y régler le travail des ouvriers.

Des moyens de descendre dans les mines.

Rampes; .... Escaliers; .... Échelles; .... Cables et chaînes; .... Inconvéniens de ce mode. 130 à 133.

Des moyens d'éclairer les mines.

Lampes à huile; — à suif; .... Chandelles; .... Exemples; .... Choix des moyens; ... Précautions à prendre. — Rouet à silex. — Appareil antiméphitique; — respiratoire. — Lampe de sûreté: .... Construction; .... Effet; .... Résumé des avantages. 133 à 140.

EXPLICATION des Figures relatives à l'éclairage; objets accessoires des planches 5 et 8.

Pl. 5, div. II.°; .... Pl. 5, div. III.°; .... Pl. 5, div. IV.°; .... Pl. 8, div. VII.° 140 à 143.

Précautions importantes (pour la construction de la lampe de sûreté); .... Perfectionnement ultérieur. 145 à 147.

Des diverses manières de régler le travail dans les mines.

Exemple du Hartz: .... Tâche réglée; .... Tâche accessoire; .... Prix marchandé; .... Réparation des outils; .... Travail à volonté. 147 à 151.

Exemples du Erzgebirge; — de la Hongrie; — de l'Angleterre. — Mode convenable; — Mode blâmable. 152 et 153.

CHAP. VIII. De la disposition des Travaux préparatoires, tels que puits et galeries, &c.

Diversité des puits; .... Emplacement des puits; .... Exemples. — Puits d'extraction — d'épuisement. — Forme des puits; .... Percement d'un puits; .... Précautions à prendre; .... Exemple des difficultés. — Puits sous *stock*; .... Avantages de cette méthode. 154 à 160.

Diversité des galeries: .... Galeries d'alongement; — de traverse; .... Montées et descenderies; .... Galeries d'airage et de roulage; — d'écoulement; .... Réunion des objets; .... Renvoi aux exemples. 160 et 161.

CHAP. IX. Travaux de sûreté contre les eaux souterraines.

EXPLICATION DES PLANCHES 4 À 8.

Exemple tiré des mines de Clausthal au Hartz, et de la grande galerie d'écoulement qui les parcourt.

Coup-d'œil sur les mines du Hartz: .... Motifs du percement; .... Opérations préliminaires; .... Points de départ; .... Pl. 4 à 8; .... Entaillement; .... Points de raccordement; .... Ensemble des obstacles. 162 à 167.

Détails d'exécution: .... 1.° Puits, &c.; .... 2.° Tailles, &c.; .... Épuisement et extraction; .... 3.° Airage; .... Consistance des roches; .... Vérification du percement; .... Durée du travail; .... Fin du percement; .... 4.° Parties muraillées; .... Résultats de l'entreprise; — Annotations des pl. 4 à 8. 167 à 175.

CHAP. X. Travaux de sûreté contre les Affaissemens et les Effondremens.

EXPLICATION DES PLANCHES 9, 10, 11 ET 12.

Boisage: .... Bois employés; .... Résistance des bois. — Muraillement; .... Constructions des mines; .... Voûtes; .... Architecture des mines; .... Matériaux; .... Choix des pierres; .... Ciment; .... Renvoi aux planches 9 à 12. 176 à 182.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 9.

Galerie d'écoulement dans un terrain mouvant, au pays de Tecklenburg; déblaiement, boisage et muraillement.

Fig. 1 et *2*: .... Détails, *fig. 3* à *9*; .... Déblaiement et boisage; .... Division du travail; .... Muraillement; .... Suite et fin du travail. 182 à 185.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 10.

Exemple concernant le boisage et le muraillement des puits d'épuisement et d'extraction.

Fig. 1, Puits boisés et muraillés. — Couches de houille; .... Renvoi à la pl. 26. — Pompes d'épuisement. — Extraction. 185 à 189.

Fig. 2; — *3*; — *4*; .... Retour à la *fig. 1*. — *Picotage*: .... Image de ce travail, *fig. 1*; .... Exécution, *fig. 5* et *6*; .... *Cuvelage*; .... Muraillement; .... Réunion des moyens. — Cuvelage en fonte de fer. 189 à 195.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 11.

Boisage des mines, &c.

Fig. 1 et *2*: .... Première charpente; .... seconde charpente; .... Intérieur du

puits. — Pompes, *fig. 3* et *4*: .... *fig. 5* .... *fig. 6*; .... *fig. 7*. — Renvoi à d'autres planches. 195 à 200.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 12.

Muraillement.

Construction des voûtes. — Galeries muraillées, divers cas. — Puits, divers cas: .... Puits vertical; .... Puits incliné; .... Exécution; .... Cas extraordinaire. 200 à 204.

Exemples de la pl. 12 : .... Galeries, *fig. 1* et *2*; .... Puits, *fig. 3* à *5*; .... Cage de roue, *fig. 6* à *8*; .... *fig. 9* à *13* (renvoi); .... Puits, *fig. 14* et *15*. 204 à 207.

EXPLICATION des Figures 9 à 13, et 16 à 18 de la planche 12.

Percement par la sonde.

Divisions II.° et III.° de la pl. 12: .... Sondage horizontal, *fig. 9* et *10*; .... Jeu de la sonde; .... Détails des pièces, div. III.° *fig. 11* à *13*; .... Manœuvre; .... Effet. 208 à 212.

Division V.°, sondage vertical; .... *fig. 16* à *18*; .... Manœuvre. 212 à 214.

CHAP. XI. Des Travaux de sûreté contre les gaz délétères, ou de l'Airage des mines.

Causes du mauvais air; .... But de l'airage; .... Gaz délétères. — Moyens chimiques; .... Choix des moyens. 215 à 218.

Canaux d'airage: .... Circulation spontanée; .... Divers cas; .... Cheminées d'airage; .... Galeries et puits; .... Trous de sonde; .... Cloisons et planchers; .... Exemples; .... Précautions à prendre. 218 à 222.

Circulation aidée; .... Moyens de compression: .... Tambour à vent; .... Trompe. — Moyens de dilatation: .... Ventilateur du Hartz; .... Foyer d'airage; .... Tuyaux de conduite; .... Organisation de l'airage. 222 à 224.

II.e PARTIE.

EXPLOITATION DES MINES.

CHAP. I.er Exploitation par Gradins renversés.

EXPLICATION DES PLANCHES 13 ET 14.

Filons de la mine d'argent dite *Himmelsfürst*, près Freyberg en Saxe.

Coup-d'œil général; .... Gisement; .... Filons principaux; .... Filons accessoires. — Divers dépôts métallifères; .... Caractères du présent dépôt. — Age relatif des filons; .... Deux suites de minéraux. 225 à 229.

Première suite, seconde suite: — Relation des deux suites; .... Roches environnantes. 230 et 231.
Exploitation de la mine: .... Galeries d'écoulement; .... Puits principaux; .... Galeries d'alongement; .... Disposition des galeries; .... Division du gîte en massifs. 231 à 235.
But des travaux souterrains; .... Gradins droits; — renversés; .... Motifs de préférence; .... Réunion des deux modes; .... Établissement des gradins renversés; .... Exemples. 235 à 239.
Modes d'entaillement: .... Tirage à la poudre; .... Tâche des ouvriers; .... Frais d'entaillement. — Roulage intérieur: .... Brouettes; .... Chariots dits *chiens de mine*. 239 à 244.
Extraction au jour: .... Machines d'extraction; .... Extraction des déblais; — des minerais; .... Quantité d'extraction; .... Tableau concernant l'extraction, à diverses profondeurs, par les divers puits de la mine, en 8 heures de travail. — Roulage extérieur. 244 à 247.
Épuisement des eaux: .... Roue du midi; — du nord: .... Cages des roues. 247 et 248.
Machines d'épuisement: .... Activité des pompes; .... Affluence des eaux souterraines. 248 à 250.
Eaux motrices. — Airage. — Résumé général: .... Ouvriers employés; .... Dépenses; .... Produits de la mine; .... Résultats de l'exploitation. 250 à 255.

Filon dit *de la nouvelle Mine*, à Poullaouen, département du Finistère.

Fig. 1 à 4, pl. 14: .... Direction du filon; .... Roches; .... Gangues et minerais; .... Puissance et accidens du filon; .... Travaux souterrains. 255 à 257.

Chap. II. Exploitation par Gradins droits.

Explication des planches 15 et 16.

Filons d'Andreasberg au Hartz; mines d'argent et plomb.

Situation géographique, *voy.* pl. 2. — Coup-d'œil comparatif sur les filons du Hartz: .... Différentes formations de filons; .... Quatre dépôts de minerais à Andreasberg. — Explication des *fig. 1 à 5*: .... Image exacte des mines. 258 à 263.
Exploitations distinctes: .... Principal dépôt de minerais, *Samson*; .... Nature des minerais; .... Gangues; .... Fréquence et disposition des substances; .... Second dépôt de minerais, *Neufang*; .... Troisième dépôt, *Andreaskreutz*; .... Quatrième dépôt, *Clausfriedrich*; .... Détails concernant les deux premiers dépôts; .... Roches environnantes. 263 à 267.
Accidens des filons: .... Resserremens dits *geschiebe*; .... Croisemens des filons; .... Filons stériles dits *faule rüschel*; .... Division des filons en branches et veines. 267 à 269.
Travaux souterrains: .... Galeries principales; .... Épuisement des eaux; .... Partage du gîte en massifs; .... Puits principaux; .... Machines d'épuisement et d'extraction; .... Résumé des objets décrits d'après les *fig. 1 à 5*. 269 à 272.
Ouvrage à gradins droits, *fig. 3*: .... Distribution des ouvriers; .... Détails des

travaux; .... Explication des *fig. 6* et *7*; .... *Fig. 8* et *9*. Boisage; .... Galeries de roulage; .... Avancement de l'ouvrage; .... Massifs réservés. 272 à 275.
Ouvrage par gradins renversés: .... Ouvrages accessoires; feuilles de retombe de la *fig. 3*; .... Résumé général; .... Galeries de recherche, &c.; .... Effet de l'ensemble des travaux; .... Etaiement des puits, &c.; .... Etaiement des galeries (voyez *fig. 8* à *10*); .... Outils du mineur (voyez *fig. 11*); .... Roulage intérieur (voyez *fig. 12* à *14*); .... Extraction des minerais au jour. 275 à 280.

Appendice concernant le roulage des minerais au jour.

Explication des *fig. 15* à *18*, pl. 16: .... Manœuvre du chariot de roulage, *fig. 15* et *16*; .... *fig. 18*. 280 à 282.

CHAP. III. Exploitation des Masses.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

Mine de fer du Stahlberg, dans le pays de Siegen.

Situation géographique. — Explication des *fig. 1* à *4*. — 1.° Gîte de minerais; .... Roches environnantes; .... Gangues; .... Minerai; .... Accidens du gîte. — 2.° Travaux souterrains: .... Détails de l'exploitation. 283 à 288.

Gîtes de minerais du Derbyshire.

Explication de la *fig. 5*: .... Nature des roches supérieures; .... Gîtes de minerais; .... Roches inférieures; .... Singularité du gîsement. 289 à 291.

Gîtes de minerais de Sibérie.

Mine dite *Tschakirskoy*, *fig. 6*: .... Analogie entre divers gîtes. 291 à 293.
Mine dite *Schlangenberg*, *fig. 7* à *9*: .... Roches environnantes; .... Minerais; .... Disposition du gîte; .... Travaux souterrains; .... Détails de l'exploitation. 293 à 297.

CHAP. IV. Exploitation par le Feu.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 18.

Masse de minerais du Rammelsberg, près Goslar au Hartz.

Gisement, *fig. 1*, 2 et *3*: .... Roches environnantes; .... Substances du gîte; .... Minerais de plomb; — de cuivre; — vitrioliques. — Excavations de la mine: .... Puits existans; .... Puits employés; .... Epuisement. — Eaux motrices: .... Cages de roues. — Nouvelle galerie avantageuse. — Boisage: ... Muraillement; .... Carrière extérieure. — Source intérieure. 298 à 304.
Exploitation du gîte: .... Travail par le feu; .... Disposition des bûchers; .... 1.° Entaillement du sol; .... 2.° Entaillement du faîte; .... Combustion des bûchers; .... Tâche des ouvriers. 304 à 307.
Tirage à la poudre: .... Ténacité du gîte; .... Frais d'entaillement. — Roulage. — Airage: .... Entrée de l'air; .... Sortie de l'air. — Ateliers. 307 à 311.

Chap. V. Exploitation des Masses.

Explication de la planche 19.

Mines de cuivre de Fahlun en Suède.

Coup-d'œil général: .... Gisement; .... *Fig. 1 à 4.* 312 à 315.
Travaux extérieurs: .... Entrées de la mine; .... Eaux motrices. — Puits principaux: .... Machines; .... Eaux vitrioliques. — Travaux intérieurs: .... Moyens d'exploitation; .... Principales excavations. 315 à 320.

Mine d'étain d'Altenberg en Saxe.

Gisement: .... Roches; .... Minerai et gangues; .... Coup-d'œil sur les *fig. 5 à 9.* 320 et 321.
Ancien abîme: .... Travaux actuels; .... *Fig. 5 à 9;* .... Puits; .... Eaux motrices; .... Galerie d'écoulement; .... Excavations; .... Étages d'extraction. 321 à 326.
Modes d'exploitation: .... Chambres par le feu; .... Chambres par éboulement; .... Facilités d'exploitation; .... Extraction. — Essai des minerais: .... Teneur en métal; .... Bénéfice obtenu. 326 à 331.

Chap. VI. Exploitation par Ouvrage en travers.

Explication de la planche 20.

Mines métalliques de la Hongrie.

Objet de ce mode d'exploitation: .... *Fig. 1 à 3;* .... Détails des travaux; .... Avantages de ce mode. 332 à 334.

Mine de mercure d'Idria en Carniole.

Coup-d'œil général: .... Roches environnantes; .... Gîte de minerais; .... Variété des roches; .... Variété des minerais; .... Fréquence des diverses substances; .... Opinion de Ferber sur ce gîte. 334 à 339.
Fig. 4 à 7: .... Constructions au jour, plan *fig. 5;* .... Étages de travaux souterrains, *fig. 4 à 6;* .... Diverses inclinaisons du gîte; .... Puits principaux; .... Escaliers; .... Autres espaces excavés; .... Petits puits intérieurs. — Exemples du gisement des minerais: .... *Voyez* pl. 21, *fig. 1 à 6;* .... Opinion déduite des faits exposés. 340 à 345.
Mode d'exploitation: .... Galeries; .... Entaillement, &c.; .... Roulage; .... Puits d'extraction; .... Cables d'extraction; .... Quantité d'extraction; .... Muraillement; .... Boisage; .... Épuisement des eaux; .... Airage; .... Incendie de 1803; .... Produit de la mine. 346 à 352.

CHAP. VII. Divers exemples d'Exploitation, soit par puits et galeries, soit à ciel ouvert.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 21.

Mine de mercure d'Idria. (Supplément à la pl. 20.)

Fig. 1 à 6. 353.

Mine d'étain près Pentovan en Cornouailles.

Fig. 7 : .... Gisement; .... Exploitation à ciel ouvert; .... Épuisement; .... Extraction. 354 et 355.

Mines de plomb de Bleyberg en Carinthie.

Fig. 8, 9 et *10* : .... Gîte de minerais; .... Accidens du gisement; .... Conjecture sur ce gîte. — Travaux souterrains; .... Mode de concession; .... Galeries principales; .... Puits; .... Ateliers et extraction; .... Machine d'extraction; .... Résultat de l'exploitation. 356 à 361.

Mine de lignite de Sagor en Carniole.

Fig. 11, 12 et *13* : .... Gisement; .... Exploitation. 362 et 363.

Mines de fer de l'île d'Elbe.

Fig. 14, 15, 16 : .... Principaux ateliers; .... Roches et minerais. — Atelier dit *Sanguinaccio*; — dit *Antenna*; — dit *Pietamonte*; .... Richesse des minerais. — Extension du mont métallifère : .... Roches environnantes. — Exploitation à ciel ouvert : .... Détails des *fig. 14* à *16*. 363 à 370.

Mine d'alun de la Tolfa en Italie.

Fig. 17 et *18* : .... Roches et minerais; .... Exploitation à ciel ouvert. 370 à 372.

CHAP. VIII. Exploitation du Sel gemme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 22.

Mine dite *Dürrenberg*, près Hallein, dans le pays de Salzburg; méthode de dissolution.

Coup-d'œil général : .... Roches environnantes; .... *Fig. 1 à 3*; .... Masse salifère. — Exemple du gisement : .... *Fig. 4*; .... Opinion à ce sujet. — Carrières voisines. 373 à 378.

Ensemble de l'exploitation du sel : .... Détails des *fig. 1 à 3*; .... Étages de galeries; .... Puits inclinés, &c.; .... Eaux douces, &c.; .... Lacs salés; .... Divers puits; .... Circulation des eaux. 378 à 383.

Détails de l'exploitation : .... Muraillement; .... Boisage; .... Renflement des

parois, &c.; .... Disposition des lacs. — Exemples: .... Emplacement d'un lac; .... *Fig. 5*; .... Construction d'un lac; .... Direction des eaux. 383 à 388.
Saturation des eaux: .... Évacuation d'un lac; .... Activité des lacs; .... Produit d'un lac. — Réservoirs extérieurs. — Sel massif. 388 à 390.

Exploitation du sel gemme par la méthode d'entaillement.

Mine de *Wieliczka* en Galicie.

Gisement. — Travaux souterrains: .... Étages et puits; .... Épuisement des eaux; .... Escaliers; .... Machines d'extraction; .... Galeries et chambres; .... Excavations téméraires; .... Mode d'entaillement; .... Roulage. — Produit brut annuel; .... Variétés de sel. 390 à 394.

Chap. IX. Exploitation du Schiste cuivreux.

Explication de la planche 23.

Mines de cuivre du pays de Mansfeld, de la Hesse et du pays de Hanau.

Coup-d'œil général: .... Roches secondaires; .... Classification de M. Werner; — de M. Karsten; — de M. Freiesleben. 395 à 400.
Gisement du schiste cuivreux: .... Résultats d'observations. — Objet de la pl. 23; ... Exemples de gisement; .... Remarque sur les *fig. 1* à *10*; — sur les *fig. 11* à *17*. — *Fig. 11*, pays de Mansfeld: .... *Fig. 12*; .... *Fig. 13*, *14* et *15*. — *Fig. 16*, Riegelsdorf en Hesse. — *Fig. 17*, Bieber, pays de Hanau. 400 à 406.
Résumé des exemples: .... Accidens du gîte; .... Image exacte des mines, *fig. 1* à *10*; .... *Idem*, autre district, *fig. 18* à *23*; .... Remarque sur les *fig. 18* à *23*. 407 à 409.
Travaux souterrains: .... Puits principaux; .... Galeries; .... Ouvrage à col tordu; .... Disposition des ateliers; .... Explication des *fig. 13* à *15*. 409 à 413.

Chap. X. Des Combustibles fossiles.

Explication des planches 24 à 30.

Considérations générales: .... Division de ce chapitre. 414 à 416.

Première section. Disposition générale des Combustibles fossiles.

Houille ancienne: .... Caractères distinctifs. — Houille récente. — Lignite. — Diverses opinions. — Faits reconnus. 417 à 423.

Seconde section. Arrangement local des combustibles fossiles; exemples de gisement.

Houille ancienne; .... Houille récente; .... Lignite; .... Asphalte. 423 et 424.

Mines de la rive droite du Rhin.

Bassin de la Ruhr: .... Limites du bassin. 424 et 425.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 24.

Essen et Werden, *fig. 1* : .... Pays de la Marck, *fig. 2 à 4* ; .... Pays de Tecklenbourg. 426 à 432.

Mines de houille de la rive gauche du Rhin.

Eschweiler : .... Rolduc ; .... Pays de Liége ; .... Pays de Mons ; .... Valenciennes ; .... Aniche. — Résumé des faits exposés : .... Conjecture à ce sujet. 432 à 436.
Détails de gisement : .... Anzin et Raismes ; .... Fresnes ; .... Vieux-Condé ; .... Terrains de recouvrement. — Résumé : .... Autres exemples. 436 à 440.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 25.

Pays de Juliers, *fig. 1 à 3* : .... Grand-Buisson près Mons, *fig. 4, 5* ; .... Raismes près Valenciennes, *fig. 6, 7*. 440 à 443.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 26.

Crachet près Mons, *fig. 1* et *2* : .... Verger et Saint-Joseph près Valenciennes, *fig 3 à 5*. 443 à 446.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 27.

Pays de Sarrebrück : .... Duttweiler, *fig. 1 à 3* ; .... Autres exemples ; .... Accidens des couches de houille dans le pays de la Marck et ailleurs, *fig. 4 à 19* ; .... Houille récente ; *Nouvelle-Silésie*, *fig. 20*. 446 à 454.

Coup-d'œil sur la planche 29, par anticipation.

Renvoi de la pl. 28 : .... Entrevernes, pl. 29, *fig. 14* ; .... Environs de Hameln, pl. 29, *fig. 15* ; .... Lignite ; mine du Meissner, *fig. 16* ; .... Lignite du département de l'Aisne, &c. ; .... Asphalte du département de l'Ain, *fig. 17* ; .... Gîtes analogues. 454 à 462.

TROISÈME SECTION. Exploitation des couches de houille.

Considérations générales. 462 et 463.

1.° Coup-d'œil général sur les mines de houille du pays de la Marck.

Ensemble de mines ; exemple ; .... Travaux préparatoires ; .... Galeries ; .... Puits ; .... Cas à distinguer ; .... Ensemble de couches ; .... Ouvrage dans une couche. 463 à 468.

2.° Forme des travaux pratiqués dans les couches.

Ouvrage par grandes tailles ; pl. 26 et 29, *fig. 1* et *2* ; .... Ouvrage par massifs : — massifs longs ; — massifs courts ; — massifs droits : .... Ouvrage par gradins. 468 à 474.

3.° Application des diverses formes de travaux aux divers cas de gisement.

Divers cas et modes : .... 1.er cas de gisement ; .... Comparaison des modes ; ....

.... 2.e, 3.e, 4.e et 5.e cas de gisement; .... Résumé; .... Arrachement de la houille. 474 à 479.

4.° Exemples de l'application des règles; planche 29, *figures 1 à 13*, &c.

Ouvrage par grandes tailles.

Exemples: .... Guersweiler, pl. 29, *fig. 1* et 2. 480 à 483.
Crachet près Mons, pl. 26. 483 à 485.

Ouvrage par massifs.

Duttweiler, pays de Sarrebrück; — Pl. 29, *fig. 3*; — Mode d'exploitation: .... *Schlebusch*, pays de la *Marck*, pl. 29, *fig. 4* et *5*; — Mode d'exploitation: .... Autres exemples, pl. 29, *fig. 6* et *7*; .... Pays de *Liége*; — Pl. 29, *fig. 8* et *9*; — Mode d'exploitation: — Amont-pendage; — Puits d'extraction; — Aval-pendage; — Lacs souterrains: .... Pays de Schaumbourg, pl. 29, *fig. 13*: — Mode d'exploitation. 485 à 501.

Ouvrage par gradins.

Valenciennes et *Mons*; .... Anzin, pl. 26, *fig. 5*; — pl. 29, *fig 10*; — Détails de la coupe; — Emploi des ouvriers; — Roulage. 501 à 508.
Pl. 29, *fig. 11*, *Trait du Seigneur*, près Mons: — Mode d'exploitation; — Inconvénient du maintenage; — Roulage; .... Pl. 29, *fig. 12*, *Fosse du Bois* près Mons; — Mode d'exploitation: .... Pl. 29, *fig. 13* à *17* [rappel]. 508 à 513.
Mines du *Yorckshire*: — Pl. 41 *ter*, *fig.* A. 513 et 514.

Exemples de navigation souterraine et d'exploitation de la houille.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 28.

Mine de houille dite *Fuchsgrube* en Silésie.

1.° Gisement, *fig. 1* et 2: .... 2.° Travaux d'ensemble: — Galerie navigable; — Attaque des couches, *fig. 3*; .... 3.° Exploitation: — Ouvrage par massifs courts. 514 à 521.
Extraction au jour: — Transport de la houille; — Résultats comparatifs: .... Explication des *fig. 3* à *11*. 521 à 527.

Autre exemple de navigation souterraine.

Mine dite *Walkden-moor* en Angleterre.

Canal Bridgewater: — Biefs; — Plan incliné; — Écluses; — Treuil; — Chemin de fer; — Manœuvre; — Poids d'un bateau; .... Produit de la mine; .... Excavations, &c.; .... Navigation à ciel ouvert. 527 à 531.

Mode d'exploitation de la houille par massifs courts.

Mines de *Newcastle* en Angleterre.

Produit annuel; .... Couches de houille; .... Pl. 41 *ter*, *fig.* B; .... Ouvrage par massifs courts; .... Airage; .... Roulage. 531 à 534.

Roulage sur les voies de fer.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 30.

Mine de houille dite *Koenigs-grube* en Silésie.

Ensemble de la mine, *fig. 1* à *3*: .... Exploitation; .... Voie de roulage; — *Fig. 5*, Tracé de la voie; — Exécution de la voie; — *Fig. 2* et *5*, exemple; .... Moyens de roulage, *fig. 7*. 534 à 541.

Détails de la manœuvre: — Exemples; — Roulage par un cheval; — Roulage à bras d'hommes; — Autre mode de roulage; — Comparaison des modes; Dépenses; — Avantages obtenus. 542 à 548.

Roulage au jour: .... Prix d'extraction; .... Résumé. 548 à 553.

Roulage sur les voies de fer en Angleterre.

Application étendue de ce mode: .... Diverses constructions; .... But et moyens du roulage; .... Divers cas de pente; .... Chariots et chevaux; .... Plans inclinés; .... Chariot à vapeur; .... Machines à vapeur; .... Dépenses .... Résultat. 554 à 559.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME II.

DE

LA RICHESSE MINÉRALE.

CONSIDÉRATIONS sur les Mines, Usines et Salines, présentées sous le rapport de l'état actuel de ce genre d'industrie, au moyen d'un Recueil d'exemples, intitulé Atlas de la Richesse minérale.

INTRODUCTION

À LA DIVISION TECHNIQUE DE CET OUVRAGE.

INTRODUCTION.

SI, depuis Vitruve, les plus habiles maîtres ont reconnu que la meilleure manière d'enseigner l'architecture étoit de recueillir et de comparer les dessins exacts des chefs-d'œuvre de ce bel art, la méthode qui parle aux yeux est, à plus forte raison, applicable avec succès à l'art de l'exploitation des mines et usines. En effet, les monumens construits par l'architecte se présentent, pour ainsi dire, d'eux-mêmes aux regards et aux méditations du public; tout homme qui se trouve dans les pays qu'ils embellissent, peut les admirer à loisir, s'en approprier l'ordonnance par le dessin, en un mot saisir l'ensemble et les détails des constructions : mais il n'en est pas de même des mines, de ces monumens souterrains qui sont un des plus beaux témoignages de la hardiesse de l'homme, de sa persévérance et du pouvoir de la société. Quel œil humain vit jamais l'ensemble d'une mine! Le mineur le plus exercé ne peut apercevoir que l'étroit espace où il se trouve, à chaque pas qu'il fait pour parcourir les entrailles de la terre ouvertes par ses efforts. Ce n'est que par les yeux de la géométrie, et à la lueur du flambeau de la

Différence entre l'architecture et les mines.

INTRODUCTION. géognosie, qu'une mine peut être vue, véritablement vue dans tout son ensemble et dans chacun de ses détails.

Cette différence que nous venons d'indiquer, entre les monumens de l'architecture et les monumens non moins admirables de l'art des mines, est sans doute une des raisons pour lesquelles ces derniers sont beaucoup moins connus. Si l'homme du monde est conduit par la curiosité dans les sombres ateliers du mineur, il ne peut y jouir que du vain spectacle de quelques objets nouveaux pour lui : mais quant à cet ordre imposant que la main du Créateur suivit, avec une régularité quelquefois manifeste, dans la disposition des substances minérales; quant aux règles, souvent infaillibles, que l'esprit observateur de l'homme a su déduire du grand spectacle des faits géognostiques, pour diriger utilement le bras du mineur; quant à l'enchaînement que l'art a établi entre les moyens d'exploitation employés à la surface du terrain, et les effets produits dans l'intérieur, tout ou presque tout échappe à l'homme du monde, et même à l'homme du métier, si la géométrie ne leur a d'avance démontré, par des dessins exacts, l'ensemble qu'elle seule a pu saisir avec le secours de la géognosie.

Du défaut de connoissances positives à l'égard des mines, il résulte, à leur détriment, une foule d'opinions erronées sur une matière qui intéresse la prospérité publique. Nous ne nous arrêterons pas ici à combattre les erreurs par le raisonnement. Tel étoit l'objet du premier volume de la *Richesse minérale*, qui fut accueilli favorablement en 1810, sous le titre de *Division économique*. (*Voyez* la quatrième partie de ce premier volume.)

But de l'*Atlas de la Richesse minérale.* C'est par des faits incontestables, que nous chercherons aujourd'hui à initier dans la connoissance de l'art des mines les personnes qui lui sont étrangères ; nous pensons qu'un coup-d'œil, jeté sur les planches que réunit l'*Atlas de la Richesse minérale*, suffira pour établir cette vérité fondamentale, relativement à l'administration des mines, savoir, que la propriété souterraine ne peut être l'accessoire de la propriété de la surface, sans réglement et sans concession.

Nous pensons aussi qu'à l'aspect de tant d'ouvrages d'art couronnés de succès depuis plusieurs siècles, on pourra réduire à sa juste valeur

l'assertion désespérante des personnes qui répètent encore, comme on le disoit il y a mille ans, que l'art des mines est un art purement conjectural.

A l'égard des hommes du métier, il seroit superflu de leur faire l'éloge des monumens de l'art, dont nous avons cherché à les mettre en possession par les moyens de cet Atlas; il n'est pas un d'entre eux qui ne connoisse, au moins de réputation, ces établissemens classiques.

Plan général de l'Atlas et de la division technique.

Nous nous bornerons ici à leur exposer succinctement le plan que nous avons suivi en formant l'Atlas et en rédigeant la division technique de la *Richesse minérale :* ce plan sera développé à la suite de la présente introduction.

Notre objet, ainsi que nous l'avons annoncé dans le premier volume, est de constater, par des faits, l'état de l'art des mines et usines au commencement du dix-neuvième siècle.

Ce n'est point d'après des images simplement figuratives, que nous nous proposons de considérer le gisement ou la disposition naturelle des minéraux exploitables, la disposition industrielle des ateliers souterrains, l'épuisement des eaux, la circulation de l'air, le roulage et l'extraction des matières, les machines employées tant à la surface du terrain que dans l'intérieur, celles qui sont usitées pour la préparation mécanique des minerais, celles qui donnent l'activité aux travaux métallurgiques, enfin les diverses constructions des fourneaux qui sont employés dans les usines consacrées à ces travaux; c'est d'après des représentations authentiques, c'est pour ainsi dire d'après nature, en place et en pleine activité, que nous considérerons successivement ces divers objets. Leur ensemble correspond aux quatre divisions principales d'un cours complet de l'art des mines et usines. Un semblable cours comprendroit,

1.° Des notions préliminaires relatives au gisement des minerais et aux travaux de recherche; en un mot, aux premiers élémens de l'art;

2.° L'exploitation proprement dite des mines;

3.° La préparation mécanique des minerais;

4.° Les travaux métallurgiques, pratiqués dans les usines.

Nous avons rangé dans le même ordre les objets qui doivent nous occuper.

Ainsi, nous choisissons, dans les établissemens de mines et usines les plus célèbres, un certain nombre d'exemples authentiques dont la réunion soit propre à faire voir toutes les diverses dispositions des minerais dans le sein de la terre, soit en *filons* [dits en allemand *gænge*], soit en *couches* ou *bancs* [*flætze* ou *lager*], soit en *masses droites* ou *amas transversaux* [*stehende stæcke*], soit en *masses entrelacées* [*stockwerke*], analogues aux filons, soit en *masses couchées* ou *amas parallèles* [*liegende stæcke*], analogues aux couches, soit en *alluvion* [*aufgeschwemmtes-gebirge*]; ces mêmes exemples feront voir tous les divers travaux d'art qui conviennent à telle ou telle disposition naturelle, d'après l'autorité incontestable de l'expérience et du succès.

Auprès de chacun des exemples choisis, nous réunissons l'indication de toutes les circonstances locales qu'offre l'exploitation existante qui l'a fourni.

Nous suivons jusqu'au jour la matière extraite du sein de la terre, et, quand il y a lieu, nous parcourons, pour voir les détails des opérations successives, les ateliers où la matière extraite des mines est soumise à un travail ultérieur, dans les bocards et usines, jusqu'au moment où le métal acquiert le degré de pureté qui lui donne son nom propre.

Par ce moyen, nous avons formé une collection méthodique de monumens célèbres de l'art des mines et usines; ces monumens se trouvent, pour ainsi dire, encadrés dans les divisions correspondantes d'un cours complet de cet art. L'aspect de travaux généralement admirés nous paroît propre à conseiller d'utiles imitations, que facilitera l'exactitude des représentations géométriques.

Si nous ne sommes pas abusés par le desir d'être utiles, les mineurs de profession ne sont pas les seules personnes auxquelles l'*Atlas de la Richesse minérale* puisse être de quelque utilité.

Cet Atlas pourroit encore intéresser les hommes qui s'occupent de l'étude et de l'exécution, soit des machines, soit de diverses constructions, parce qu'il réunit de nombreux exemples à cet égard; peut-être ne seroit-il pas consulté sans fruit par les personnes qui prennent une part quelconque à l'activité des mines ou usines, soit comme actionnaires intéressés dans les spéculations de ce genre, soit comme administrateurs

des pays riches en exploitations, ou comme juges des contestations fréquentes auxquelles ces établisse mensdonnent lieu; car cet Atlas expose fidèlement quelle est en général la nature des choses, dans une matière éloignée des yeux du public, et par conséquent peu connue. Il contient, pour ainsi dire, les pièces justificatives des principes que nous avons développés dans le premier volume de la *Richesse minérale*, concernant l'administration politique des mines.

On remarquera, et peut-être avec utilité pour l'intérêt général, qui réclame si évidemment la conservation des mines, que, parmi les nombreux ensembles d'exploitation dont cet Atlas offre la représentation exacte, parmi ces célèbres établissemens de mines, dont plusieurs assurent, depuis une longue suite de siècles, et pour long-temps encore, la prospérité des contrées où ils existent, il n'en est pas un seul qui soit abandonné au caprice des propriétaires de la surface: il n'existerait pas un seul de ces établissemens, si le propriétaire de la surface avoit été libre d'user et d'abuser, à son gré, des gîtes de minerais, sans réglement et sans concession; c'est une vérité dont la démonstration devient facile au moyen de cet Atlas.

Si l'on considère avec quelque attention les pl. 4 à 8, 15, 16 et autres, on verra, mieux que les plus longues dissertations ne pourroient l'exposer, comment, d'après le système de législation qui est en vigueur dans toute l'Allemagne, et dans un grand nombre d'autres pays par imitation de l'heureux exemple des mineurs allemands, l'ensemble d'un gîte de minerais est divisé en un grand nombre de petites concessions; d'où émulation, activité, mise en valeur de tous les dons de la nature, absence du monopole, et esprit public favorable au développement de l'industrie des mines. Mais en même temps, tout l'ensemble de ces petites concessions est assujetti, par le Gouvernement, à une direction paternelle, à une surveillance efficace, à un mode régulier d'exploitation: par-là, toutes les entreprises partielles de l'intérêt privé se trouvent coordonnées avec l'intérêt général; leur vaste ensemble offre un seul et même atelier, sous le point de vue de l'art; il en résulte impossibilité du désordre, succès et durée de l'exploitation, avantage réel pour l'État et pour les particuliers actionnaires des mines.

INTRODUCTION.

Moyens de représentation employés.

Nous croyons devoir dire ici quelques mots des moyens de représentation que nous avons employés dans l'Atlas de la *Richesse minérale*, pour faire voir, sur la feuille de papier qui n'a que deux dimensions, des objets qui en ont trois, et qui sont pour la plupart très-compliqués.

En comparant les planches entre elles, on reconnoîtra qu'il a fallu varier les applications de la géométrie descriptive, d'après la variété des objets ou titres de ces planches; ainsi l'Atlas de la *Richesse minérale* nous semble offrir une collection assez complète des artifices de projection géométrique, qu'on emploie en général pour représenter les mines, les machines et toutes les constructions relatives aux mines et usines.

Exécution par la gravure.

Quant à l'exécution par la gravure, nous avons été obligés, d'après la manière d'être des divers objets à représenter, de varier quelquefois les procédés de gravure, afin de choisir le plus propre à faciliter l'intelligence de la représentation, par rapport à chaque objet. Ainsi, tantôt nous indiquons, *par le blanc du papier*, les espaces excavés dans les mines, ou en général les vides intérieurs qui ne contiennent que de l'air, soit dans les mines, soit dans les machines, soit dans les ateliers, soit dans les fourneaux; tantôt nous distinguons ces mêmes espaces vides *par une teinte en tailles de gravure;* les pl. 4 à 8, 15, 16, 17, 18, 23, 26, 52, 55, 57, 63, et la plupart des autres, sont gravées suivant le premier mode; et les pl. 13, 14, 20, 22, 53, 54 et 61, suivant le second : tantôt nous avons pu faire usage des *ombres* pour compléter la représentation, sans nuire à la clarté; tantôt un simple *trait* nous a paru préférable pour l'exactitude, et quelquefois nous avons eu recours à la combinaison des deux moyens.

Dans tous les cas, les mêmes étages de travaux souterrains sont désignés, sur les diverses *projections*, par les mêmes signes ou caractères, et, quand il en est besoin, par les mêmes *tailles de gravure* et par les mêmes *couleurs*.

A l'égard des machines, nous avons essayé une méthode simple de notation, que voici en peu de mots : une partie quelconque de la machine étant une fois affectée d'une lettre, les détails de la même partie sont développés par le moyen de cette même lettre surmontée

d'un chiffre, qui croît suivant l'ordre de l'assemblage des pièces : une *accolade* réunit les figures qui représentent la même pièce détaillée, pour la faire voir sous plusieurs aspects. Il nous semble qu'en considérant avec quelque attention les pl. 12, 33, 34, 37 à 41, on se familiarisera bientôt avec cette notation. En général, les mêmes points de chacun des objets représentés sont indiqués par les mêmes lettres ou chiffres sur les plans, profils, élévations et coupes qui s'y rapportent; on le reconnoîtra facilement, en feuilletant cet Atlas, dans lequel nous espérons qu'on pourra s'exercer avec quelque fruit à la lecture des dessins géométriques.

Rien n'a été négligé pour assurer, mais sans luxe, l'exactitude de ceux que nous présentons; ils résultent tous de matériaux authentiques, dont la réunion est, en grande partie, l'effet de circonstances extraordinaires qui ont été indiquées dans le premier volume de la *Richesse minérale*. Chacune des planches de l'Atlas porte les annotations les plus nécessaires à l'intelligence des objets qu'elle représente; ainsi, nous n'entrerons pas ici dans de plus longs détails; ils feront la matière du texte qui doit suivre, sous le titre de *Division technique de la Richesse minérale*.

Il nous paroît cependant utile de faire remarquer, dès-à-présent, aux personnes qui accorderont quelque attention à cet Atlas, qu'en général nous passons de l'ensemble à ses détails, d'une manière facile à saisir et propre à intéresser les amis de l'art des mines et usines : nous avons essayé de les transporter, pour ainsi dire, dans des contrées classiques, et de leur y faire voir méthodiquement les divers établissemens qu'elles renferment.

Coup-d'œil sur divers pays de mines.

C'est ainsi, par exemple, que la pl. 1 ayant montré *le Hartz* dans ses rapports géographiques avec *le Erzgebirge*, le pays de *Mansfeld*, le pays de *la Mark*, le pays de *Berg*, le pays de *Siegen* et la *Prusse*, on retrouve, sur la pl. 2, le Hartz considéré seul, et avec plus de détail sous le rapport de sa constitution géognostique, en même temps que de ses divers ensembles de mines et usines; puis, on retrouve chacune des principales portions de ces ensembles, développée particulièrement, et avec un accroissement progressif de détails, sur les pl. 7 et 8,

INTRODUCTION. 11 et 12, 15 et 16, 31 à 34, toutes relatives aux mines et aux machines; plus loin, les pl. 45, 47 et 48 présentent séparément les ensembles et quelques détails des ateliers de bocard et de l'usine principale du Hartz, qui sont indiqués sur les pl. 2, 31 et 32; enfin les pl. 53 et 58 complètent le développement des constructions que renferme l'usine représentée par la pl. 48.

On pourra de même considérer :

Le *Erzgebirge*, d'après les pl. 1, 3, 11, 13 et 14, 19, 45 et 46, 55, 56, et 62, ainsi que d'après plusieurs des planches citées à l'égard du Hartz, vu la ressemblance des constructions;

Le pays de *Mansfeld*, d'après les pl. 1, 23 et 57;

Le pays de *Siegen*, d'après les pl. 1, 17 et autres;

Le pays de *la Mark*, d'après les pl. 1, 24, 27 et 29;

Le pays de *Sarrebruck*, d'après les pl. 27 et 29;

L'ensemble des mines de houille qui sont situées sur les *rives du Rhin*, d'après les pl. 24, 25, 26 et 29;

Les mines de houille du *nord de la France*, d'après les pl. 11, 25, 26 et 37 à 41;

Les établissemens de la *Silésie*, d'après les pl. 27 à 30, 35, 36, 49 et 59;

Les mines et usines de *Bleyberg* en Carinthie, d'après les pl. 21, 44 et 54;

Les mines et usines d'*Idria* en Carniole, d'après les pl. 20, 21, 46, 63 et autres, vu la ressemblance des machines avec celles qui sont représentées par les pl. 33 et 34.

Ce que les établissemens du pays de *Salzburg* et de la *Bavière* offrent de plus remarquable, à l'égard de l'exploitation du sel, se trouve sur les pl. 22 et 44.

On peut considérer les mines et usines de la *Suède*, d'après les pl. 19, 50, 57, 60 et 61, et d'après plusieurs autres qui représentent des constructions semblables à celles qu'on emploie dans les établissemens suédois, notamment d'après les pl. 33 et 34, à l'égard de l'épuisement des eaux et de l'extraction des minerais.

Les pl. 17, 21 et 61, réunissent quelques renseignemens relatifs aux établissemens de l'empire russe et de l'Angleterre, où sont d'ailleurs usitées plusieurs des constructions représentées à l'égard d'autres pays. On sait, par exemple, que c'est en imitant ce qui se pratique avec succès dans les nombreux établissemens de l'Angleterre, qu'on a introduit en d'autres pays les moyens suivans d'exploitation; savoir :

Les dispositions, dites *voies anglaises* ou *chemins de fer*, des pl. 16, 30 et 41 *ter;*

Les machines à vapeur, plus ou moins perfectionnées, des pl. 35 à 41 *ter;*

Les machines soufflantes, des fig. *8* et *9* de la pl. 49, et des fig. *1* à *5* de la pl. 61;

Les hauts fourneaux pour la fusion des minerais de fer, au moyen de la houille carbonisée, fourneaux que représentent les fig. *15*, *16* et *17* de la pl. 59;

Les fourneaux pour l'affinage du fer à la houille, tels que celui des fig. *19* à *22*, pl. 60;

Enfin, les fourneaux de réverbère pour les diverses opérations métallurgiques, tels que ceux des pl. 54 et 61.

Chaque ligne de cet exposé nous retrace le souvenir de grands services rendus à l'art des mines et usines par les hommes habiles qui s'y consacrent en plusieurs pays.

En le terminant, qu'il nous soit permis de rappeler encore, comme nous l'avons déjà fait dans le premier volume de la *Richesse minérale*, les obligations particulières que nous avons eues, dans l'exécution de cet ouvrage, aux lumières de MM. les officiers des mines du Hartz, de la Saxe, de la Prusse, de la Bavière, de la Carinthie, de la Carniole et de la France.

C'est bien moins notre ouvrage que celui de ces hommes habiles, qui est mis sous les yeux du public, par la représentation des établissemens qu'ils font prospérer, puisque, dans la *réalité*, c'est à leur zèle éclairé que ces monumens de l'art doivent toute la réputation dont ils jouissent.

INTRODUCTION. L'auteur se borne donc à être, en quelque sorte, l'historien des succès de l'art des mines. Satisfait de voir que le long séjour qu'il a fait dans plusieurs établissemens des pays étrangers, en des circonstances extraordinaires, n'a pas été sans utilité pour la conservation de ces précieux ateliers, il s'estime heureux de pouvoir aujourd'hui rappeler aux mineurs allemands les années qu'il a passées parmi eux, sans craindre le mélange d'aucun souvenir pénible.

DÉVELOPPEMENT

DU PLAN DE CETTE DIVISION TECHNIQUE.

On distingue dans l'exploitation des mines et usines, la *science*, l'*art* et le *métier*, qui concourent aux succès des divers travaux de ce genre. Plan de division.

La science, observant les lois de la nature, établit, d'après elles, de lumineuses théories, qui doivent être aujourd'hui les premiers guides de tout homme destiné à diriger l'exploitation des substances minérales. Ces théories sont développées dans de savans traités de minéralogie, dont le secours est utile aux hommes les plus expérimentés qui dirigent des travaux en grand, et nécessaire à ceux qui se proposent de marcher un jour sur leurs traces.

CALIFORNIA SAN FRANCISCO

L'art applique les principes de la science à la pratique des opérations qu'il prescrit au métier; il joue ainsi le rôle d'un intermédiaire actif et indispensable, entre la science qui commande et le métier qui exécute. Ici, le métier, pour être aussi utile qu'il doit l'être, ne sauroit se borner à une routine aveugle. Outre les facultés physiques, il exige, plus qu'aucun autre genre de travail, une intelligence active et une longue expérience. Il faut ici que l'homme instruit, toujours placé à côté de l'ouvrier, mette continuellement à sa portée la dose de science qui peut lui convenir.

C'est particulièrement *l'art* des mines et usines que nous nous proposons de considérer dans cette division technique. En fixant nos regards sur ce point de vue, nous apercevrons sous un jour favorable, d'un côté, ce que l'art doit emprunter de la science, et de l'autre, ce qu'il doit transmettre au métier, pour assurer la bonne exploitation des substances minérales.

Nous avons déjà rappelé, dans l'introduction, que tous les objets qu'embrasse l'art des mines et usines, peuvent être rapportés à quatre Ensemble de l'art.

PLAN DE DIVISION. titres principaux, d'après l'enchaînement des travaux successifs qu'il dirige.

Chacun de ces titres principaux se subdivise ainsi qu'il suit :

La *recherche* des mines exige la connoissance,

1.° Des roches, c'est à-dire, en général, des masses minérales qui constituent l'enveloppe du globe;

2.° Des divers gîtes de minerais exploitables, qui occupent certains espaces limités et diversement disposés au sein des roches;

3.° Des instrumens et opérations qu'emploie la géométrie souterraine pour guider le mineur, soit dans la recherche, soit dans l'exploitation;

4.° Des divers outils et procédés dont on se sert pour attaquer ou entailler les substances minérales;

5.° Des divers modes d'exploration préalable, qu'on peut employer dans une contrée où l'on soupçonne l'existence de tel ou tel gîte exploitable;

6.° Des moyens par lesquels, en cas de découverte, on peut convertir les travaux de recherche en exploitation permanente, et des considérations d'après lesquelles on doit alors se déterminer;

7.° Des divers moyens de descendre dans les travaux souterrains; des divers moyens d'éclairage, et des diverses manières de régler le travail des ouvriers.

L'exploitation, proprement dite, emprunte constamment le secours de toutes les connoissances qui sont nécessaires à la recherche, et de plus elle embrasse les objets suivans; savoir :

8.° La disposition des travaux préparatoires, tels que puits, galeries et emplacemens relatifs à l'ensemble de l'exploitation;

9.° Les travaux de sûreté contre les eaux, c'est-à-dire, l'*épuisement*, et l'*écoulement*, quelquefois la *retenue* des eaux;

10.° Les travaux de sûreté contre les affaissemens et effondremens, c'est-à-dire, le *boisage*, le *muraillement* et le *remblaiement*;

11.° Les travaux de sûreté contre les gaz *délétères*, c'est-à-dire, l'*airage*;

12.° Les travaux d'attaque générale ou la disposition des ateliers dans le sein d'un gîte exploitable; disposition qui doit avoir lieu de manière

que, pour tel ou tel cas de gisement naturel des minerais, les travaux présentent telle ou telle forme propre à rendre l'exploitation facile, économique, durable et complète, d'où les dénominations diverses *d'ouvrage à gradins droits; à gradins renversés, en travers, par voûtes, par massifs, à col tordu, à ciel ouvert;* PLAN DE DIVISION.

13.° Les travaux *d'arrachement*, par lesquels, dans un atelier considéré seul, on obtient la substance qui est l'objet de l'exploitation;

14.° Le transport ou *roulage* intérieur des minerais vers les lieux de leur extraction au jour, et le transport des roches ou déblais inutiles, soit dans les espaces à remblayer, soit au jour, si l'on ne peut faire autrement;

15.° L'extraction au jour, soit par des galeries de roulage, soit par des puits;

16.° L'économie des eaux motrices, pour les cas fréquens où les machines employées sont mises en mouvement par le moyen de l'eau, ce qui comprend toutes les constructions et dispositions relatives à cet objet important;

17.° La construction et l'entretien des machines qui sont nécessaires, soit pour l'épuisement, soit pour l'airage, soit pour l'extraction, soit enfin pour répandre le mouvement dans les ateliers relatifs aux deux titres suivans.

La *préparation mécanique des minerais* comprend toutes les opérations à l'aide desquelles on les débarrasse, quand il y a lieu, des substances terreuses, pierreuses ou métallifères qui les accompagnent, et qu'il seroit préjudiciable d'introduire dans les travaux métallurgiques.

Ces opérations, auxquelles on soumet une grande partie des minerais métallifères, consistent:

18.° A les casser *(le cassage)*; à les trier *(le triage)*;

19.° A les cribler *(le criblage)*;

20.° A les piler ou *bocarder (le bocardage)*;

21.° A laver, par le moyen de l'eau, les minerais bocardés *(le lavage du schlich)*.

La préparation mécanique exige la construction et l'emploi de

PLAN DE DIVISION. machines très-variées, dont on se sert avec plus ou moins de succès pour exécuter ces diverses opérations et pour assurer leur enchaînement.

Le *traitement des minerais* dans les usines comprend :

22.° La préparation et l'emploi des combustibles;

23.° La construction des diverses machines soufflantes;

24.° La construction des divers fourneaux et ateliers;

25.° Les opérations docimastiques par lesquelles on essaie en petit les minerais ou les *schlichs*, lorsqu'il y a lieu, et les procédés qui ont pour objet d'opérer les mélanges des substances propres à être traitées ensemble;

26.° La préparation chimique des minerais à traiter en grand, c'est-à-dire, tantôt le grillage ou rôtissage par le feu, tantôt l'exposition à l'air, tantôt la dissolution dans l'eau, et quelquefois la réunion de plusieurs de ces moyens.

A côté de ces opérations qu'on peut appeler préliminaires, se présentent les travaux suivans :

27.° La fusion, c'est-à dire en général l'enchaînement des opérations dans lesquelles on emploie le feu, 1.° pour séparer les métaux des substances étrangères qui les accompagnent dans les minerais (*fusion* proprement dite); 2.° pour les séparer les uns des autres (*liquation, ressuage, coupellation*); 3.° pour les affiner, s'il y a lieu (*revivification* ou *réduction, affinage*, &c. &c.); ou seulement, 4.° pour les obtenir à l'état d'oxides (*oxidation*);

28.° L'amalgamation, par laquelle on traite l'or et l'argent, à l'aide du mercure;

29.° La distillation, qui tantôt fait suite à l'amalgamation, pour restituer le mercure employé dans celle-ci, tantôt s'applique directement aux minerais de mercure, tantôt se combine avec le grillage des autres genres de minerais pour recueillir les produits volatilisés, tels que le soufre et l'arsenic;

30.° L'évaporation, qui a pour objet de séparer les sels métalliques, terreux ou alkalins, de la dissolution dans laquelle ils se trouvent, soit naturellement, soit par l'effet d'une préparation chimique.

Pour peu qu'on réfléchisse sur l'ensemble que nous venons de

présenter comme l'esquisse du vaste domaine qu'embrasse l'art des mines et usines, on sentira qu'il faudroit un grand nombre de volumes pour épuiser une telle matière. Parmi les subdivisions indiquées ci-dessus, il en est plusieurs dont chacune, à elle seule, a fourni le sujet d'ouvrages fort étendus. Ce n'est donc point, nous le répétons, un traité complet de l'art des mines et usines que nous essayons d'offrir au public; une semblable tâche excéderoit et nos forces et les bornes que nous avons dû assigner à cette division technique. Si l'on vouloit traiter didactiquement chacune des subdivisions indiquées, en faisant abstraction des autres, on seroit souvent exposé à tomber dans le vague des préceptes généraux; car, dans nul genre de travail, il n'est plus nécessaire que dans l'art des mines et usines, de voir constamment l'ensemble, et de modifier les règles d'après les localités. (*Voyez* Tom. I, pag. 368 *et suiv.*) PLAN DE DIVISION.

Il existe une telle corrélation entre le gisement des minéraux exploitables, la disposition des ateliers souterrains, le roulage, l'extraction, l'épuisement, l'airage, l'étaiement et les diverses localités, que ces objets, pour être vus d'une manière susceptible de donner lieu à d'utiles applications, nous semblent devoir être considérés ensemble, d'après des faits constatés, et non pas séparément, d'après des images figuratives.

C'est par ce motif que nous avons recours aux exemples, ainsi qu'il a été dit dans l'introduction. Voyons maintenant de quelle manière la collection d'exemples que présente l'*Atlas de la Richesse minérale* sera distribuée dans le cadre ci-dessus tracé d'un cours complet de l'art des mines et usines. Classement des exemples.

Notre division technique comprendra quatre parties intitulées :

1.° Notions préliminaires;

2.° Exploitation des mines;

3.° Construction des machines et préparation mécanique des minerais;

4.° Travaux métallurgiques ou usines.

La première partie réunira des considérations générales sur les objets indiqués dans les onze premiers articles de l'exposé précédent; quelques-uns de ces objets étant plus susceptibles que les autres d'être traités Première partie.

PLAN DE DIVISION. généralement, il en résultera autant de chapitres distincts, dont chacun sera présenté sous le titre de l'article correspondant de l'exposé. Cette première partie contiendra l'explication des douze premières planches de l'Atlas, dans l'ordre suivant:

Les trois premières planches, qui offrent des cartes de pays de mines regardés comme *classiques*, seront expliquées à la suite du chapitre II, concernant les gîtes de minerais.

Les *objets accessoires* de la pl. 4, qui sont les instrumens de la géométrie souterraine, seront considérés dans le cours du chapitre III, relatif à cette matière.

Les *accessoires* de la pl. 6, qui se rapportent au sondage, seront considérés dans le cours du chapitre V, consacré aux divers modes d'exploration des mines.

Les *accessoires* des pl. 5 et 8, concernant les divers moyens d'éclairage des mines, seront considérés dans le chapitre VII, où il sera fait mention de cette matière.

L'objet principal des pl. 4 à 8, c'est-à-dire la grande galerie d'écoulement qui parcourt les mines de Clausthal au Hartz, sera l'exemple au moyen duquel nous considérerons les travaux de sûreté contre les eaux souterraines : l'explication de ces planches formera la matière du chapitre IX.

Enfin, les pl. 10, 11, 12, concernant le boisage, le muraillement et quelques autres objets, seront expliquées à la fin du chapitre X, qui sera relatif aux travaux de sûreté contre les affaissemens et effondremens.

Quant à l'airage des mines, il sera la matière du chapitre XI : à cet égard, de même que pour ceux des chapitres antérieurs auxquels aucune planche de l'Atlas n'est particulièrement affectée, nous emprunterons, en général, le secours de plusieurs exemples que réunit l'ensemble des pl. 1 à 50.

Seconde partie. La seconde partie comprendra les objets indiqués dans les articles 12 à 15 de l'exposé précédent: mais ici, ce ne seront plus les titres de ces articles, qui établiront la division des chapitres; nos seuls guides, à cet égard, seront désormais les exemples que réunissent les pl. 13 à 30 inclusivement, exemples choisis et rangés de manière que tous les

cas relatifs à l'exploitation des mines, soient convenablement passés en revue. Chacun de nos chapitres successifs portera le titre de la planche ou des planches correspondantes de l'Atlas; il en offrira l'explication. Ainsi nous considérerons successivement, dans cette seconde partie: PLAN DE DIVISION.

CHAP. I.er L'exploitation des filons, principalement par gradins renversés, d'après l'exemple des mines d'argent les plus remarquables de *Freyberg* en Saxe, en jetant un coup-d'œil sur les mines analogues de Poullaouen en France, objet des pl. 13 et 14;

CHAP. II. L'exploitation des filons, principalement par gradins droits, d'après l'exemple des mines d'argent les plus remarquables d'*Andreasberg* au Hartz, objet des pl. 15 et 16;

CHAP. III. L'exploitation des masses métallifères analogues aux filons puissans, principalement d'après l'exemple de la mine de fer dite *Stahlberg*, dans le pays de Siegen, et d'après plusieurs mines de la Russie, en jetant un coup-d'œil sur les gîtes de minerais du Derbyshire en Angleterre, objet de la pl. 17;

CHAP. IV. L'exploitation par le feu, sur une masse de minerais analogue aux couches, d'après l'exemple de la mine de plomb et cuivre, &c., dite *Rammelsberg* au Hartz, objet de la pl. 18;

CHAP. V. L'exploitation d'une autre masse de minerais analogue aux couches, d'après l'exemple de la mine de cuivre de *Fahlun* en Suède; l'exploitation d'une masse entrelacée de minerais d'étain, d'après l'exemple de la mine d'*Altenberg* en Saxe, objet de la pl. 19;

CHAP. VI. L'exploitation par ouvrage en travers, d'après un exemple tiré des mines de la Hongrie, et d'après l'ensemble de la mine de mercure d'*Idria*, objet de la pl. 20;

CHAP. VII. Divers exemples que nous offrira l'exploitation du mercure à *Idria*, de l'étain dans la Cornouailles, du plomb à *Bleyberg* en Carinthie, du lignite à *Sagor* en Carniole, du fer dans l'île d'Elbe, et de l'alun à *la Tolfa* en Italie, objet de la pl. 21;

CHAP. VIII. L'exploitation du sel gemme, d'après l'exemple de la mine dite *Durrenberg*, dans le pays de Salzburg, en jetant un coup-d'œil sur les mines de *Wieliczka* en Galicie, objet de la pl. 22;

CHAP. IX. L'exploitation du schiste cuivreux, d'après l'exemple du pays de Mansfeld, de la Hesse et du pays de Hanau, objet de la pl. 23;

CHAP. X. L'exploitation des couches de houille, et en général des combustibles, d'après un grand nombre d'exemples tirés des mines de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la France, de l'Angleterre, et de celles de la Silésie, où sont appliqués avec succès les procédés usités dans les mines angloises, notamment la navigation souterraine, ainsi que le roulage sur des chemins de fer, objet des pl. 24 à 30.

La troisième partie comprendra les objets indiqués dans les articles 16 Troisième partie.

PLAN DE DIVISION. à 21 inclusivement, de l'exposé qui précède; ce sont en général des objets relatifs aux machines usitées dans les mines et dans les ateliers de préparation mécanique des minerais : ainsi cette troisième partie, comme un appendice de la seconde, offrira l'explication des exemples de construction qui sont représentés sur les pl. 31 à 47; elle se composera de six chapitres, divisés ainsi qu'il suit :

Dans le CHAP. I.er, l'économie des eaux motrices sera expliquée par l'exemple des mines du Hartz; nous jetterons, à ce sujet, un coup-d'œil sur la construction des conduits d'eau, des digues et des étangs, au Hartz, en Hongrie, en Suède, en Norwége et ailleurs. objet des pl. 31 et 32.

le CHAP. II offrira l'explication des machines à roues hydrauliques, qui sont employées dans les mines du Hartz et dans un grand nombre d'autres, tant pour l'épuisement des eaux souterraines, que pour l'extraction des minerais, objet des pl. 33 et 34.

le CHAP. III fera voir la machine à vapeur employée pour l'épuisement des eaux, tant d'après des exemples tirés des mines métalliques de la Silésie, objet des pl. 35 et 36, que d'après un autre exemple tiré des mines de houille de la France, objet des pl. 37 et 38.

le CHAP. IV expliquera l'emploi de la machine à vapeur pour l'extraction de la houille, d'après un exemple tiré des mines de la France, objet des pl. 39 à 41.

Nous indiquerons, à ce sujet, les perfectionnemens que les constructions de ce genre ont reçus, dans ces dernières années, en Angleterre et en France, objet des pl. 41 *bis* et *ter*.

le CHAP. V présentera l'explication des machines à colonne d'eau, tant d'après l'exemple de celles qui ont été projetées pour l'épuisement des eaux souterraines dans les mines du Hartz et de la Saxe, que d'après l'exemple des machines de même genre qui sont en activité dans les mines de Bleyberg en Carinthie et dans les salines de la Bavière, objet des pl. 42 à 44.

le CHAP. VI aura pour objet la préparation mécanique des minerais; il fera voir les diverses constructions et rappellera les divers procédés qui sont usités à cet égard, d'après l'exemple des ateliers du Hartz, de la Saxe, de la Carniole, et d'un grand nombre d'autres contrées, objet des pl. 45 à 47.

Quatrième partie. La quatrième partie, relative aux travaux métallurgiques, se composera de douze chapitres. Les planches 48 à 63 y seront expliquées, avec

indication des procédés suivis dans les principales usines où existent les constructions représentées par ces planches. Cette partie offrira donc un choix d'exemples relatifs aux objets rappelés par les articles 22 à 30 de l'exposé précédent. Nous y considérerons successivement les exemples qui vont être indiqués : PLAN DE DIVISION.

CHAP. I.er Une grande usine centrale qui existe pour le traitement des minerais de plomb argentifère, auprès de Clausthal au Hartz, et en même temps la construction des machines soufflantes de cet établissement, objet de la pl. 48;

CHAP. II. Une grande usine qui existe en Silésie pour le traitement des minerais de fer par le moyen de la houille, à l'imitation des usines de l'Angleterre; un autre établissement du même genre, qui existe en France; et diverses constructions de machines soufflantes qui sont usitées dans un grand nombre d'autres établissemens métallurgiques, objet des pl. 49 à 51;

CHAP. III. Divers exemples concernant le grillage des minerais, objet de la pl. 52;

CHAP. IV. Les fourneaux employés pour la fusion des minerais de plomb argentifère, par le moyen de la fonte de fer, exemples tirés de diverses usines du Haut-Hartz, objet de la pl. 53;

CHAP. V. Autres exemples de la fusion des minerais de plomb, en Allemagne, en Angleterre, en France et en Carinthie, objet de la pl. 54;

CHAP. VI. Les fourneaux employés pour la fusion de divers minerais et produits métallifères en différens endroits, par exemple, au Hartz, en Saxe, en Hongrie, en Bohême, en Savoie et dans les Pays-Bas, objet des pl. 55 et 56; (Ici, nous jetterons un coup-d'œil sur la fusion des minerais d'étain.)

CHAP. VII. Les fourneaux employés pour la fusion des minerais de cuivre, et les opérations qui lui font suite, dans plusieurs contrées célèbres par leurs établissemens métallurgiques, objet de la pl. 57;

CHAP. VIII. Les fourneaux employés pour la coupellation et la liquation, avec deux appendices, l'un concernant les opérations métallurgiques des fonderies de la Haute-Saxe, où l'on obtient argent, plomb et cuivre; l'autre concernant le procédé par lequel on obtient l'or contenu en très-petite quantité dans les minerais du Bas-Hartz, objet de la pl. 58;

CHAP. IX. Les fourneaux employés pour la fusion des minerais de fer en divers endroits, notamment au Hartz, où l'on fait usage du charbon de bois, et en Silésie, où les minerais sont fondus au moyen de la houille, comme en Angleterre, objet de la pl. 59;

CHAP. X. Les principales constructions qui se rapportent à l'affinage du fer, exemples tirés de diverses contrées, objet de la pl. 60;

PLAN DE DIVISION. CHAP. XI. Les machines et fourneaux qui sont employés pour le traitement de la fonte de fer, dans la fonderie royale de Berlin, objet de la pl. 61;

CHAP. XII. Les appareils ou fourneaux employés pour le traitement du mercure dans le Palatinat, à Almaden en Espagne et à Idria en Carniole; en même temps, le grand atelier d'amalgamation qui existe auprès de Freyberg en Saxe; de plus, les fourneaux employés pour le traitement du zinc en Carinthie et en Angleterre, objet des pl. 62 et 63.

A la fin de ce chapitre, nous rappellerons, en peu de mots, le traitement des minerais d'antimoine, de cobalt, d'arsenic et de bismuth; ce sont, en quelque sorte, les objets secondaires de la métallurgie. Il n'entre pas dans notre plan de considérer, avec les détails qu'exigent les grandes usines métallurgiques, ces travaux moins fréquens, moins variés, moins vastes, et ordinairement moins importans par leurs résultats: à la vérité, plusieurs usines de ces divers genres sont très-dignes d'attention sous plus d'un rapport, ainsi qu'on l'a vu dans la division économique de la *Richesse minérale;* mais nous laissons à d'autres mains le soin de les décrire, ainsi que les travaux relatifs à la fabrication des sulfates métalliques, de l'alun et du sel commun.

Déjà même notre tâche nous paroît trop étendue : nous sentons d'ailleurs combien nous avons besoin d'excuser auprès de certains lecteurs la prolixité; auprès de certains autres, peut-être, la brièveté de nos explications. Osant compter sur l'indulgence de tous, et soutenus par l'espoir d'être utiles aux mines et usines, entrons en matière.

I.re PARTIE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

CHAPITRE I.er

DE L'ÉTUDE DES ROCHES.

ROCHES.

DANS l'acception géognostique de la langue allemande, on appelle roche *[gebirgsart]* toute masse minérale d'une grande étendue, qui constitue une partie de l'enveloppe de la terre. Quelques auteurs françois ont restreint la signification de ce mot à certaines masses minérales qu'on regarde comme de formation primitive. Nous suivrons ici les principes de l'école allemande, d'après MM. Werner et Karsten. (*Voyez* le *Traité de minéralogie* de M. Brochant de Villiers.)

Les mineurs allemands jouissent du précieux avantage d'employer, pour tout ce qui se rapporte aux travaux des mines, un langage technique dont les expressions portent un sens précis, avec une valeur qui est presque par-tout uniforme, pour la science, pour l'art et pour le métier. Il seroit à desirer qu'il en fût de même dans les mines de la France, principalement à l'égard de l'étude si importante des roches et des gîtes de minerais; c'est par ce motif qu'en présentant un exposé rapide des observations géognostiques qui se lient à la recherche des gîtes de minerais, nous allons essayer de faire passer dans la langue françoise quelques-unes des expressions usitées en Allemagne.

Manière d'étudier les roches.

On doit étudier les roches,

1.° Quant à leur contexture ou structure en petit;

2.° Quant à leur aspect général ou structure en grand;

3.° Quant à leur gisement ou disposition;

4.° Quant à leur composition et aux circonstances de leur formation;

5.° Quant à leurs relations d'âge.

ROCHES.

Jetons un coup-d'œil sur chacun de ces points de vue.

Structure en petit.

1.° Relativement à la structure en petit, on distingue des roches simples, dont la contexture ne présente qu'un seul minéral, et des roches composées, dans lesquelles l'œil peut reconnoître plusieurs substances; les roches simples se subdivisent ainsi qu'il suit:

Roches simples schisteuses, *exemple*, l'ardoise;
grenues, *ex.* le marbre blanc;
compactes, *ex.* le basalte;
à parties accidentelles, *ex.* la serpentine.

Parmi les roches composées, il s'en présente qui sont:

grenues, *exemple*, le granite;
schisteuses, *ex.* le gneiss;
porphyriques, *ex.* le porphyre;
amygdaloïdes, *ex.* le *mandelstein*;
agglutinées, *exemple*, les brèches, les poudings.

Structure en grand.

2.° Quant à la structure en grand, on observe que telle ou telle roche constitue, soit une montagne entière, soit une chaîne de montagnes; tantôt un plateau, tantôt un mamelon, tantôt un pic, tantôt un ou plusieurs bancs distincts, &c.

Souvent la roche est stratifiée, c'est-à-dire, naturellement divisée en lits plus ou moins épais: on remarque alors généralement que, dans les roches schisteuses, la stratification suit le sens des feuillets, et qu'elle est parallèle à la surface sur laquelle repose le lit inférieur de roche. Souvent la roche est fissurée; la fréquence, la disposition et la forme des fissures sont alors dans un certain rapport avec la nature de la roche et avec l'aspect général des montagnes où elle se trouve.

Dans plusieurs roches on observe des pièces séparées, soit colonnaires, soit testacées, soit arrondies, &c.; quelques-unes sont dans un état de désagrégation qui les fait nommer roches *décomposées*: d'autres enfin portent les caractères d'une agrégation récente, offrant d'ailleurs les parties constituantes et l'aspect trompeur d'une roche plus ancienne; on les appelle roches *recomposées*.

Gisement.

3.° Les circonstances du gisement des roches sont extrêmement variées, non-seulement d'après l'ordre de disposition que la nature leur a assigné à mesure qu'elles sortoient de ses mains, mais encore d'après

les modifications qu'elles ont éprouvées postérieurement, de la part des agens extérieurs.

Tantôt une roche est *surperposée* à une autre ; tantôt plusieurs roches *alternent* ensemble. Dans le premier cas, on admet, en général, que la roche qui en supporte constamment d'autres, est plus ancienne que celles qui lui sont superposées : le second cas indique des roches de formation contemporaine ; mais il faut remarquer que souvent une roche est superposée à une autre, sans se présenter pour cela au-dessus d'elle dans la pente d'une montagne. Ainsi, par exemple, si le sommet offre le granite et le pied un calcaire coquillier, celui-ci est néanmoins la roche superposée; car on observe constamment que le granite s'étend au-dessous de ce calcaire : ainsi, la première roche existoit déjà lorsque la seconde est venue s'appuyer sur elle ou contre elle, seulement en partie, jusqu'à une certaine hauteur. Une observation attentive ne permettra pas de confondre l'ordre de hauteur des roches avec leur ordre de superposition. D'un autre côté, il est des cas où des roches ne se montrent alternant ensemble, que par l'effet de quelque dérangement postérieur à leur formation. L'observateur exercé se tiendra en garde contre ces exceptions.

Souvent, ainsi que nous venons de l'indiquer, l'affleurement de plusieurs roches superposées se présente à un niveau plus bas que celui des roches qui les supportent; c'est ce qu'on peut appeler un *gisement à niveau décroissant :* si, au contraire, l'affleurement des roches superposées est au même niveau que celui des roches qui les supportent, ce sera *un gisement à niveau égal.*

Le gisement des roches est tantôt *régulier* ou *concordant*, tantôt *irrégulier* ou *différent :* dans le premier cas, les bancs d'une roche sont superposés parallèlement à ceux de la roche plus ancienne qui les supporte ; dans le second cas, les bancs de roche superposés sont situés obliquement par rapport aux bancs qui les supportent. Ainsi, par exemple, le schiste micacé sur le gneiss, le schiste argileux sur le schiste micacé, offrent souvent un gisement régulier, tandis que les roches dites de transition, dont il sera question plus tard, présentent en général un gisement irrégulier sur les roches primitives.

ROCHES.

Au gisement irrégulier se rapportent plusieurs cas variés qu'il est à propos de distinguer.

Il n'est pas rare que les roches superposées à d'autres plus anciennes, loin de présenter, comme on l'observe fréquemment aussi, un niveau plus bas que celles qui les supportent, s'étendent au contraire sur plusieurs d'entre elles et les recouvrent. Par exemple, le grès présente souvent ce gisement, qu'on peut appeler *transgressif*, au-dessus du gneiss, du schiste micacé, du schiste argileux, &c.

Quelquefois une roche superposée à d'autres plus anciennes n'étend son gisement transgressif que sur une seule d'entre elles; on voit ainsi le porphyre sur le granite *(superposition en recouvrement)*.

Ailleurs, on voit tantôt une roche qui environne de toutes parts une masse minérale plus ancienne et de forme convexe *(gisement en enveloppe)*; tantôt, au contraire, une roche qui remplit une vaste concavité, de la forme d'une jatte, sur une masse minérale plus ancienne *(gisement en jatte)*; quelquefois, dans ces deux cas de gisement, il ne se présente plus aux yeux de l'observateur qu'un morceau de la roche superposée, qui s'appuie contre la masse minérale plus ancienne, le reste ayant vraisemblablement été décomposé ou déplacé *(gisement en bouclier)*; quelquefois enfin on rencontre une roche qui en recouvre une autre, et qui forme une convexité sur la roche plus ancienne *(gisement en bosse* ou *mamelon)*.

Il est des roches qui présentent un *gisement universel*, c'est-à-dire, qui se montrent sur toute la surface du globe, et en général avec uniformité de structure, tantôt comme roches continues, tantôt comme roches interrompues, soit avec un gisement régulier, soit avec un gisement irrégulier. D'autres n'offrent qu'un *gisement partiel*, c'est-à-dire, ne se montrent que çà et là.

Certaines roches se présentent en bancs interposés parallèlement dans ceux d'une autre roche qui est plus généralement répandue. C'est ainsi que le porphyre et le calcaire primitif dans les bancs de gneiss, le trapp dans les bancs de schiste, le schiste alumineux et le schiste à aiguiser dans les bancs de schiste argileux de transition, jouent le rôle de *roches subordonnées*.

Quelquefois, et pour ainsi dire accidentellement, on voit une roche offrir un seul banc interposé parallèlement dans ceux d'une autre roche qui domine sur une certaine étendue; il se trouve, par exemple, de tels *bancs étrangers*, d'acinote dans le gneiss, de grenat dans le schiste micacé, &c. ROCHES.

C'est en coordonnant les observations relatives au gisement des roches avec celles que fournit leur composition, qu'on est parvenu à déterminer leurs relations d'âge avec quelque certitude, et par conséquent à prévoir, jusqu'à un certain point, quelles substances le mineur peut s'attendre à rencontrer dans telle ou telle série de roches, et dans quel ordre elles s'y présenteront. Il n'entre pas dans notre plan d'exposer l'histoire de ces importantes recherches, qui rappelleront sans cesse les noms des Saussure, des Pallas, des Werner, des Dolomieu; il ne nous appartient ni d'expliquer les causes de ces grands faits géognostiques qui, de toutes parts, frappent nos yeux, ni de discuter les opinions contradictoires que quelques-uns de ces faits ont produites; contentons-nous de recueillir, parmi les faits, ceux qu'on admet le plus généralement, ceux qui attestent l'identité de structure que d'illustres savans s'accordent à reconnoître sur les divers points du globe.

4.° Relativement à la composition des roches et aux circonstances de leur formation en général, M. Werner a distingué plusieurs suites ou séries. Chacune d'elles, portant un caractère qui lui est propre, s'étend, au moyen de diverses *formations*, ou termes successifs, à travers toutes les époques géognostiques. Ces séries sont distinguées par les dénominations et les caractères que voici: Composition et formations.

La *série schisteuse*, dans laquelle abondent la silice et l'argile, a pour premier terme le granite; elle comprend le gneiss, tous les schistes, les grès, les limons et les sables.

La *série calcaire*, dont le premier terme est le calcaire primitif, et dans laquelle abonde la chaux, comprend toutes les sortes de chaux carbonatée, les marbres et les sédimens calcaires.

La *série trappéenne*, dont le premier terme est le trapp primitif, et dans laquelle abonde l'amphibole ou *hornblende*, comprend tous les trapps, les wackes et les basaltes, suivant M. Werner; mais un grand nombre d'autres savans, sur-tout en France, rangent les basaltes parmi

ROCHES. les produits volcaniques, ainsi que nous l'avons déjà rappelé (tom. I.er pag. 10).

Outre ces trois séries principales, il en est d'autres qu'on regarde comme accessoires, parce qu'elles sont beaucoup moins étendues que les premières; telles sont les séries indiquées ci-après :

La série *porphyrique* a pour premier terme le porphyre primitif, qui constitue des bancs interposés parallèlement dans le gneiss ; on retrouve la continuation de cette série dans les terrains secondaires, non loin des gîtes de houille.

La *série gypseuse*, qui peut être considérée comme une modification de la série calcaire, présente abondamment la chaux sulfatée; son premier terme est le gypse primitif, qui ne se montre que rarement, et dont l'âge relatif est même contesté : cette série comprend tous les gypses qui abondent dans les terrains secondaires, au sein desquels ils constituent des montagnes entières, souvent riches en sel gemme.

La série *talqueuse*, dans laquelle abonde la magnésie, est assez généralement *subordonnée* à la série schisteuse. On voit, par exemple, la serpentine primitive se présenter avec le calcaire primitif, en bancs interposés parallèlement dans le gneiss ; le schiste de chlorite se rencontre, comme roche subordonnée, dans le schiste argileux.

La *série carbonique* contient abondamment le carbone et les bitumes; le plus souvent, elle n'est que subordonnée à la série schisteuse; ses premiers termes sont le graphite et l'anthracite : elle comprend principalement les houilles et les bois fossiles ou lignites, qui se présentent dans l'époque géognostique des êtres organisés, c'est-à-dire, postérieurement à l'époque des terrains primitifs, ainsi que nous le verrons plus tard.

Il est d'autres séries de roches, qui se montrent très-peu étendues, très-interrompues; telles sont la roche de topaze et la roche de tourmaline, qui ne se sont encore présentées qu'en un petit nombre d'endroits, offrant toujours un gisement irrégulier.

Age relatif des roches. D'après la double considération de leur gisement et de leur composition, les roches sont classées dans l'ordre suivant, relativement à l'époque de leur formation.

On distingue cinq classes ou époques successives qui sont désignées par les noms de Roches.

Terrain primitif,
intermédiaire, ou de transition,
secondaire,
d'alluvion,
volcanique.

Nous devons ici nous borner à rappeler les roches par les dénominations qu'elles portent depuis long-temps dans un grand nombre d'écrits géognostiques, et particulièrement dans le Traité de minéralogie que M. Brochant de Villiers a publié d'après les principes de Werner, en 1801. La nomenclature correspondante de l'école allemande est rapportée sur les légendes de nos cartes du *Hartz* et du *Erzgebirge*, d'après Werner et Karsten. (*Voy.* pl. 2 et 3.) Dans la liste des roches qui doit suivre, les noms que M. Brongniart a donnés à plusieurs d'entre elles, seront rappelés (entre un astérisque * et la lettre B) d'après son savant mémoire intitulé *Essai d'une classification minéralogique des Roches mélangées.* (Voyez *Journal des Mines*, n.° 199, année 1813.)

1.° Les roches primitives présentent, en général, un gisement régulier avec un niveau décroissant à l'égard des premiers membres de cette classe, et un gisement interrompu et irrégulier à l'égard des derniers; elles offrent les traces d'une précipitation chimique et nette, s'approchant par degrés de la précipitation mécanique et grossière; on n'y trouve jamais aucun débris d'êtres organisés. C'est à ces roches que sont superposées toutes celles des époques suivantes. Terrain primitif.

Parmi les roches primitives on distingue,

Le granite, qui paroît occuper les plus grandes profondeurs connues, et dont il se trouve plusieurs formations successives dans cette époque;
L'eurite [*weisstein, granulit* des Allemands], roche qui paroît être contemporaine d'une seconde formation de granite;
Le gneiss, dont il paroît qu'il existe aussi plusieurs formations successives;
Le schiste micacé (*idem*), * *micaschiste* (B);
Le schiste argileux primitif, * *phyllade* (B), quand le schiste renferme d'autres minéraux disséminés;

ROCHES.

Le schiste siliceux primitif, * *jaspe schistoïde* (B);
Le calcaire primitif;
Le trapp primitif, soit commun, soit schisteux, * *trappite, cornéenne, amphibolite* ou *diabase* (B);
Le schiste chloriteux, le schiste talqueux, * *stéaschiste* (B);
La serpentine, * *ophiolite* (B), roches à base de serpentine;
La syénite;
Le porphyre primitif constituant différentes formations et présentant différentes bases, de syénite,—de feldspath,—d'argile,—de jaspe,—de quartz;
La roche de quartz [*quarzfels* des Allemands], * *hyalomicte* (B), quand la roche est composée de quartz hyalin et de mica disséminé, non continu;
La roche de topaze;
Le gypse primitif (!), dont l'époque est douteuse.

Terrain de transition.

Les roches dites *de transition* sont immédiatement superposées aux roches primitives, et supportent les roches secondaires. On y observe tantôt un gisement régulier et parallèle aux bancs du terrain primitif, tantôt, et plus fréquemment, un gisement irrégulier par rapport au primitif, mais régulier quant aux roches de transition considérées entre elles.

Les précipités, dont ces roches sont le résultat, s'y montrent de plus en plus grossiers, à mesure qu'elles s'approchent de l'époque suivante. On y trouve quelques débris d'êtres organisés, mais seulement dans plusieurs de ces roches, par exemple, dans le schiste argileux de transition, dans la grauwacke et dans le calcaire coralloïde, point dans les trapps, ni dans les schistes siliceux de la même époque. Ces débris appartiennent pour la plupart à des êtres inconnus; ils deviennent d'autant plus fréquens que la roche est plus récente. Ainsi, les roches dites de transition offrent des caractères très-variés, qui les rapprochent, tantôt du terrain primitif, tantôt du terrain secondaire. Leur dénomination est en quelque sorte un point de doute sagement placé entre les deux époques principales.

On distingue dans le terrain intermédiaire les roches suivantes :

Le calcaire de transition;
Le schiste argileux de transition, * *phyllade* (B), roche qui se présente avec le schiste alumineux, * *ampélite* (B), et avec le schiste à aiguiser de la même époque;
Le schiste siliceux de transition, * *jaspe schistoïde* (B);
La grauwacke, tantôt commune, tantôt schisteuse, * *psammite* (B);

Le trapp de transition, en général, soit porphyrique, soit amygdaloïde, soit globuleux, * *variolite, cornéenne* ou *diabase* (B);
La wacke amygdaloïde, * *wakite* (B);
Le porphyre de transition, en général, offrant différentes bases, de feldspath, — de trapp, — d'argile, &c.;
Certains grès impressionnés de coquilles (!).

Terrain secondaire.

Les roches secondaires offrent, en général, un gisement régulier, mais fréquemment interrompu, au-dessus des deux premières classes de terrain. Elles constituent le plus souvent des collines au pied des hautes montagnes que présentent le terrain primitif et le terrain de transition. Le carbone, rare dans le premier de ces terrains, plus répandu dans le second, abonde dans les roches de cette troisième époque, qui présente une foule d'êtres organisés.

La précipitation des substances dont les roches secondaires sont composées, s'y montre d'autant plus mécanique et grossière, que ces roches paroissent être d'origine plus récente. Dans un terrain secondaire de peu d'étendue, on observe souvent une très-grande variété de roches; au lieu que dans les terrains des époques antérieures, et sur-tout dans le *primitif*, une seule et même roche occupe souvent des espaces très-considérables.

Les principales roches secondaires sont,

Le schiste argileux, qui forme le passage à la roche suivante, * *phyllade micacé* (B);
L'argile schisteuse;
Le grès des houillères, * *psammite micacé* (B);
Le porphyre secondaire;
Le calcaire, dont on distingue plusieurs époques dans le terrain secondaire, ainsi que nous le verrons ailleurs (*voyez* pl. 23);
La craie;
Le gypse *(idem)*;
Les grès *(idem)*, * *psammite* (B), cette dernière dénomination comprenant tous les grès à ciment, argileux ou calcaire;
Enfin plusieurs espèces de marne.

Roches trappéennes.

M. Werner range dans l'époque des terrains secondaires, sous le nom de trapp, toutes les roches de la série basaltique. M. Karsten les présente séparément dans ses tableaux minéralogiques, sous le titre de roches trappéennes *[trapp-gebirgsarten]*. Il est conforme à notre objet de suivre un exemple qui laisse intactes les questions relatives à l'origine de ces roches.

s. On distingue parmi elles,

e Le basalte; — le trapp secondaire, tantôt commun, tantôt amygdaloïde; — la wacke; — le schiste porphyrique; — le tuf basaltique, &c.

Ces roches sont superposées, non-seulement à celles des deux premières époques, mais encore à des roches qui annoncent une origine récente dans l'époque secondaire. Suivant certains observateurs, elles présentent les caractères d'une précipitation chimique, ce qui établiroit déjà quelque différence entre elles et les autres roches secondaires, parmi lesquelles plusieurs savans les rangent. Suivant d'autres auteurs, elles présentent des traces non équivoques de l'action du feu, et elles appartiennent au terrain volcanique. Quoi qu'il en soit, remarquons que l'on rencontre assez fréquemment des débris d'êtres organisés au-dessous de ces roches.

ıvion Le terrain d'alluvion, superposé aux terrains des trois époques précédentes, et formé de leurs débris, n'offre que des attérissemens et des dépôts d'origine plus récente.

On y distingue,

Des débris agglomérés et reconnoissables de roches anciennes, soit de granite, soit de porphyre, soit de calcaire, soit de plusieurs roches ensemble; — des tufs ou débris atténués de roches calcaires: — des cailloux roulés, des poudings, des brêches; — des sables de rivière; — des argiles diversement modifiées et des limons argileux; — des sédimens, des concrétions dont plusieurs se forment encore, pour ainsi dire, sous nos yeux.

olca- Dans le terrain volcanique on distingue :

(a) Les roches reconnues pour être des produits de volcans, telles que les laves diversement modifiées, les pierres ponces, les cendres et les diverses déjections;

(b) Les roches pseudovolcaniques, qui portent les traces d'un feu souterrain, mais non volcanique, telles que les scories terreuses, le jaspe porcellanite, les argiles brûlées, &c;

(c) Les alluvions de roches volcaniques, telles que le trass, le tuf de Rome, &c.

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur le terrain volcanique, qui est rarement le théâtre des recherches du mineur. Quant aux autres classes de terrains, les détails qui sont réunis sur les cartes que nous présentons, concernant le *Hartz* et le *Erzgebirge*, indiqueront l'ensemble des rapports qu'elles ont entre elles. Nous aurons d'ailleurs plus d'une occasion de revenir sur les roches, en considérant les divers exemples d'exploitation qui seront développés dans le cours de cet ouvrage.

CHAPITRE II.

DU GISEMENT DES MINERAIS EXPLOITABLES.

L'ÉTUDE des gîtes de minerais, ainsi que celle des roches, exige qu'on se soit d'abord livré à l'étude de l'oryctognosie ou minéralogie spéciale, qui, déterminant les caractères physiques, chimiques et géométriques des minéraux, offre l'histoire complète de leurs propriétés tant externes qu'internes; mais ce qu'il y a de plus nécessaire pour le mineur praticien, c'est qu'il soit familiarisé avec les signes extérieurs, à l'aide desquels, grâces aux travaux de M. Werner, on peut se mettre en état de reconnoître promptement les diverses substances. MINERAIS.

Loin que ceux qui se proposent d'entreprendre des recherches de mines doivent se laisser effrayer par le cortége imposant qui environne aujourd'hui la minéralogie, devenue une science exacte, ils seront redevables à ses progrès de la facilité avec laquelle ils pourront puiser isolément, dans plusieurs traités classiques, les notions propres à faire distinguer les substances qui donnent lieu à de grandes exploitations.

Bornons-nous à rappeler sommairement ces substances.

On exploite en grand, pour obtenir l'or, Objets d'exploitation.

Les minerais d'or natif;—les pyrites aurifères;—les sables et terres aurifères; — les minerais d'argent aurifères; — le tellure natif aurifère *[schrifterz]*.

Pour l'argent, les minerais dits,

Argent natif *[gediegen-silber]*; — argent rouge ou antimonié-sulfuré *[rothgültigerz]*; — minerai d'argent blanc *[weissgültigerz]*; — minerai d'argent gris *[graugültigerz]*; — minerai d'argent noir *[schwarzgültigerz]*; — l'argent sulfuré *[glanzerz]*; — quelquefois l'argent muriaté *[silber-hornerz]*; — l'argent antimonial *[antimonial-silber]*; — l'argent arsenical *[arsenical-silber]*; — le minerai ferrugineux argentifère, dit *pacos* en Amérique; — le minerai de plomb, dit galène, ou plomb sulfuré argentifère; — plusieurs minerais de cuivre argentifères.

Pour le plomb,

La galène ou le plomb sulfuré *[bleyglanz]*, tantôt cristallisé, tantôt amorphe et de divers aspects; — le plomb terreux *[bleyerde]*; — quelquefois le plomb carbonaté et le plomb phosphaté.

MINERAIS.

Pour l'étain,

L'étain oxidé, tantôt cristallisé *[zinngraupen]*, tantôt en particules disséminées dans la roche *[zwitter]*.

Pour le mercure,

Quelquefois le mercure natif, mais principalement le mercure sulfuré dit cinabre et le mercure sulfuré bitumineux *[zinober, stahlerz, lebererz, corallenerz]*. Voy. pl. 20.

Pour le cuivre,

Quelquefois le cuivre natif, mais principalement le cuivre pyriteux *[kupferkies]*; — le schiste cuivreux *[kupferschiefer]*; — le cuivre gris *[fahlerz]*; — en plusieurs endroits, le cuivre sulfuré *[kupferglanz]*; — le cuivre carbonaté vert ou bleu *(malachit)*, *[kupferlazur]*; — le cuivre oxidulé *[roth-kupfererz]*; — le minerai de cuivre pulvérulent, dit *kupfermulm*.

Pour le fer,

Le fer oxidulé *[magnet-eisenstein]*; — le fer oligiste *[eisenglanz]*; — le fer hématite *[glaskopf]*; — le fer oxidé rouge *[roth-eisenstein]*; — le fer oxidé brun ou hydraté *[braun-eisenstein]*; — le fer oxidé noir *[schwarz-eisenstein]*; — le fer carbonaté ou fer spathique *[spath-eisenstein]*; — le fer carbonaté terreux des mines de houille *[ironstone* des Anglois*]*, *[thonartiger-eisenstein* de M. Karsten*]*; — le fer argileux *[thon-eisenstein]*; — le fer terreux en grains *[bohnerz]*; — quelquefois les minerais de fer dits fer limoneux *[raseneisenstein]*; — mines des marais *[morasterz]*; — des lieux bourbeux *[sumpf-erz]*; — des prairies *[wiesen-erz]*.

Pour le cobalt,

Le cobalt gris *[grauer-speiskobolt]*; — le cobalt éclatant *[glanz-kobolt]*; — les divers cobalts terreux *[erd-kobolt, kobolt-beschlag, &c.]*.

Pour l'antimoine,

L'antimoine sulfuré *[grau-spiesglanzerz]*, rarement l'antimoine natif.

Pour le zinc,

Le zinc oxidé (calamine) *[gallmey]*, rarement le zinc sulfuré *[blende]*.

Pour le bismuth,

Le bismuth natif *[gediegener-wismuth]*.

Pour le manganèse,

Le manganèse oxidé *[grau-braunsteinerz]*.

Pour l'arsenic,

Les pyrites arsenicales *[arsenic-kies]*.

Pour le soufre,

Le soufre natif *[natürlicher schwefel]*, et les pyrites *[schwefelkies, kupferkies]*.

Pour les combustibles fossiles,

La houille de diverses qualités et de divers aspects *[steinkohle]*; — les lignites, bois fossiles ou bois bitumineux *[braunkohlen]*, et la tourbe *[torf]*.

Pour l'asphalte *[erdpech]*,

Les roches calcaires et les sables imprégnés de ce bitume.

Pour l'alun,

Les schistes alumineux *[alaunschiefer]*; — le minerai dit *aluminite* ou pierre de la Tolfa *[alaunstein]*; — certains produits volcaniques; — les lignites aluminifères et pyriteux, dits terres alumineuses *[alaunerde]*;

Pour le sel commun,

Le sel gemme de divers aspects *[steinsalz]*; — les roches et terres salines *[salzthon, haselgebirge]*; — les sources salées *[salzbrunnen, sohlen]*.

Pour les trois sulfates métalliques ci-après, on exploite en général le vitriol natif *[natürlicher-vitriol]*, soit en masse, soit disséminé dans une roche qui les contient souvent tous les trois; de plus,

Pour le sulfate de fer,

Les pyrites de fer; — les terres vitrioliques;

Pour le sulfate de cuivre,

La pyrite de cuivre;

Pour le sulfate de zinc,

Les roches et les terres imprégnées des parties constituantes de ce sel métallique.

Gangues des minerais.

L'étude des substances dites *gangues* qui accompagnent habituellement les divers minerais, n'est pas moins indispensable dans la recherche et l'exploitation des mines, que la connoissance des minerais exploitables. Ces gangues, telles que le quartz, le spath calcaire, le spath fluor, le spath pesant, &c. &c., et un grand nombre d'autres substances, quoique sans valeur par elles-mêmes, deviennent d'un grand prix pour le mineur, soit en lui indiquant par leur présence celle de certains minéraux utiles, soit en caractérisant, par leurs diverses associations, différens gîtes de minerais dont il devient possible de suivre les traces et de démêler les rapports, souvent très-compliqués, si l'on observe soigneusement les gangues qui les accompagnent.

C'est ainsi que M. Werner a reconnu l'identité de certains gîtes de mnerais, situés même dans les contrées les plus éloignées, d'après la

MINERAIS.

similitude des substances qu'ils renferment, et distingué les uns des autres les gîtes d'une même contrée, d'après la différence de leurs gangues. C'est ainsi que le même savant a non-seulement signalé plusieurs ensembles de substances minérales sous le nom de *formations*, comme des dépôts plus ou moins riches de tel ou tel minerai exploitable, mais encore comparé les époques de ces formations et déterminé les relations d'âge de divers minerais. Nous verrons, dans le cours de cet ouvrage, plusieurs applications de sa lumineuse méthode. Elle a été développée par lui-même dans un ouvrage classique, qui doit être entre les mains de toutes les personnes qui se livrent à la recherche et à l'exploitation des mines : c'est d'après le même auteur que nous allons considérer les divers gîtes de minerais.

Deux classes de gîtes.

On peut diviser en deux classes tous ces dépôts de substances exploitables, qui occupent au sein des roches des espaces ordinairement peu considérables, en comparaison de l'étendue des roches ou masses minérales qui les renferment.

La première classe comprend les gîtes de minerais qui, par leur disposition, se montrent contemporains de la formation des roches environnantes: à cette classe appartiennent les couches et leurs modifications.

La seconde classe comprend les gîtes dont le dépôt s'est opéré postérieurement à la formation des roches au sein desquelles ils se trouvent: à cette classe appartiennent les filons et leurs modifications.

Nous verrons plus tard les caractères de ces deux classes et les modifications de chacune d'elles; considérons d'abord ce qu'elles ont de commun.

Objets à observer.

Dans chacune des deux classes de gîtes de minerais, on distingue,

1.° S'il y a lieu, l'*affleurement*, c'est-à-dire, la portion qui se présente quelquefois au jour, et le *chef* ou la *tête*, c'est-à-dire, la tranche supérieure du gîte, s'il est recouvert de substances étrangères;

2.° Le *mur*, c'est-à-dire, la partie sur laquelle repose habituellement le gîte exploitable; et le *toit*, c'est-à-dire, la partie qui le recouvre. Ici nous disons habituellement, parce que quelquefois le mur se trouve à la place du toit, et réciproquement, ainsi que nous le verrons ailleurs;

3.° On nomme *puissance* du gîte, la distance du toit au mur;

4.° On observe l'*inclinaison*, c'est-à-dire, l'angle que forme, avec un plan horizontal, le gîte de minerais considéré lui-même comme un plan. MINERAIS.

On observe la *direction*, c'est-à-dire, l'angle que forme, avec le méridien, la ligne d'intersection d'un plan horizontal et du plan souvent incliné auquel correspond le gîte de minerais.

Les deux extrémités de la ligne de direction d'une couche ou d'un filon déterminent son *étendue* en longueur : l'extrémité inférieure de la ligne d'inclinaison sert à déterminer les limites du gîte en *profondeur*.

En observant aussi l'inclinaison et la direction des roches environnantes, on a reconnu par-tout qu'à l'égard des couches, ces circonstances sont les mêmes pour les roches et pour le gîte de minerais, tandis qu'à l'égard des filons, elles sont plus ou moins différentes.

Ainsi, en général, les couches exploitables s'étendent parallèlement aux bancs de roche qui les renferment, tandis que les filons coupent les bancs de roche sous divers angles ; de là, les deux classes de gîtes annoncées ci-dessus.

Aux caractères distinctifs qui se déduisent de l'inclinaison et de la direction des gîtes comparées avec celles des roches, il s'en joint plusieurs autres qu'il importe de considérer ; car il n'est pas sans exemple qu'un filon, ou seulement une de ses parties, soit parallèle à la roche environnante ; et dans ce cas, on pourroit, en se bornant à ce qui précède, confondre un tel filon avec une couche.

Dans les filons on observe presque toujours des substances plus ou moins variées, tant à l'égard des gangues qu'à l'égard des minerais. Filons.

Souvent ces substances sont déposées par zones ou bandes, avec une telle symétrie, que les différens minéraux observés à partir du mur, suivant un certain ordre, se présentent de nouveau, à partir du toit, par bandes disposées dans le même ordre. Cette correspondance du mur et du toit a jeté un grand jour sur l'origine des filons ; jointe à beaucoup d'autres faits qui seront rappelés plus tard, elle autorise à regarder ces gîtes de minerais comme résultant d'une précipitation qui s'est opérée, par le moyen des eaux, dans les fentes que présentoient les roches. C'est ainsi que, dans un vase qui contient une dissolution, il se forme

MINERAIS. sur ses parois, des dépôts solides et symétriques qui resserrent de plus en plus l'espace occupé par le liquide.

Souvent on observe la correspondance du toit et du mur, avec plus ou moins de netteté, des deux côtés d'un filon jusqu'à son milieu, c'est-à-dire, jusqu'à la partie où l'on peut concevoir que la fente se ferma, lorsque les matières tenues en dissolution par l'eau qui la remplissoit, se furent déposées à droite et à gauche sur les parois de la fente, qui se rétrécissoit ainsi de plus en plus. Dans le milieu d'un tel filon, il se présente très-souvent des cavités ou *poches* tapissées de cristaux; ceux-ci sont disposés, à droite et à gauche, de telle manière que les cristaux d'une bande considérée du côté du mur, tournent leurs sommets vers ceux des cristaux de la bande qui lui correspond du côté du toit. Ces faits se lient naturellement à la théorie déjà rappelée.

Couches. Dans les couches, au contraire, on rencontre rarement des poches de cristallisations, et jamais on n'y observe une variété de substances qui se représente symétriquement au mur et au toit. Souvent les couches ne sont composées que d'une seule et même matière, ou d'un assemblage de substances qui est compacte et uniforme; souvent aussi la roche qui constitue le toit d'une couche, est toute autre que celle qui constitue son mur: ce dernier fait s'observe rarement à l'égard des filons, où il n'est pourtant pas sans exemple.

Accidens des gîtes. Dans les deux classes de gîtes de minerais, plusieurs circonstances variables altèrent cette régularité de forme, cette continuité de disposition ou d'*allure* que le mineur est obligé de leur supposer pour les définir. Ces variations sont désignées en général par les noms de *dérangemens* ou d'*accidens*.

Parmi les accidens que présentent les gîtes de minerais, les uns sont relatifs, soit à un filon, soit à une couche, considérés isolément; les autres se rapportent à un ensemble, soit de filons, soit de couches, soit de couches et de filons. En considérant isolément un filon ou une couche, on observe dans l'un et dans l'autre des variations de puissance et de richesse, de direction et d'inclinaison; mais plus fréquemment dans le filon que dans la couche. L'un et l'autre renferment souvent des blocs interposés de la roche environnante; l'un et l'autre pré-

sentent, tantôt des étranglemens, tantôt des renflemens, quelquefois des espaces entièrement *brouillés* et des interruptions subites; mais à l'égard du filon, on observe souvent qu'il *se ramifie* en divers sens, qu'il *s'éparpille*, que le minerai ne s'y trouve que disséminé par *nids* ou *rognons*, tandis qu'à l'égard des couches, la disposition du minerai se montre plus uniforme. D'un autre côté, les couches sont sujettes à présenter dans leur intérieur, soit des *nerfs*, des *nœuds* ou des *sillons* de substances étrangères, soit des bifurcations et des désinences en forme de coin. MINERAIS.

Les accidens qui n'affectent qu'une couche, au milieu d'un ensemble de gîtes de cette classe, sont regardés comme contemporains de la formation de la couche affectée; mais les accidens que présente l'intérieur d'un filon considéré seul, sont attribués, les uns à sa disposition première, les autres à sa perturbation, causée par la rencontre de filons d'une époque différente.

Si l'on considère un ensemble de filons, on observe fréquemment les accidens ci-après : Ensemble de filons.

1.° Un filon en croise un autre sous un angle quelconque, et il le rejette à droite et à gauche. On regarde alors le filon croiseur, ou continu, comme le plus récent, et le filon rejeté, ou interrompu, comme le plus ancien. Cette explication, ainsi que les suivantes, est fondée sur ce qu'un grand nombre de faits portent à regarder les filons comme des fentes remplies de substances minérales, par le moyen des eaux qui déposoient ces substances. Dans le cas présent, on admet que, postérieurement à la formation du filon ancien, il s'est opéré une nouvelle fente qui a traversé le gîte de minerais, d'où son interruption, et qu'ensuite cette nouvelle fente ayant été remplie à son tour, il en est résulté le filon récent, d'où la continuité de celui-ci.

2.° Un filon s'éparpille quelquefois en rencontrant un autre filon, soit plus ancien, soit plus récent que lui: pour expliquer ce phénomène, on admet qu'une fente dans laquelle s'étoit déposé un premier filon, n'étoit pas encore totalement remplie, quand il s'est opéré dans la roche une seconde fente qui a traversé la direction de la première. Si la fente ancienne étoit alors tout-à-fait vide, il est possible que les deux filons soient *éparpillés*; si elle étoit presque pleine, l'éparpillement, qui est

MINERAIS. en général attribué à l'écroulement des roches environnantes, sera plus considérable dans le filon récent; cet éparpillement pourra s'y montrer d'autant plus considérable, que la fente correspondante aura été plus de temps à se remplir, et que la roche de ses parois aura eu plus de disposition à se fissurer ou à s'écrouler.

3.° Un filon, après avoir traversé la roche sur une certaine étendue, s'applique souvent contre un autre filon, le suit pendant plus ou moins long-temps, et le quitte pour traverser de nouveau la roche : on regarde alors comme le filon récent celui qui paroît venir s'appliquer contre l'autre. Quelquefois deux filons *se traînent* de cette manière, pour ainsi dire côte à côte, sur une distance plus ou moins considérable.

4.° Un filon est-il tout-à-coup *borné* ou *coupé* par la rencontre d'un autre filon! on admet que le *filon borneur* existoit le premier, et que lorsqu'il s'est opéré une nouvelle fente dans la roche, cette fente s'est terminée contre le filon ancien, soit à cause de l'extrême ténacité, soit à cause de la flexibilité des matières qui le constituoient.

Ensemble de couches. Dans un ensemble de couches exploitables, on observe des *accidens* qui les affectent toutes, en même temps que les bancs de roche qui les séparent; tels sont,

1.° La situation verticale, ou à-peu-près semblable, de tout un système de couches, tandis que la situation naturelle des gîtes de cette classe paroît devoir se rapprocher du plan horizontal;

2.° Les *crochets*, les *plis* et *replis* des couches sur elles-mêmes, accidens si communs dans les mines de houille; *(Voyez* pl. 24 à 30.*)*

3.° La suppression d'une certaine partie de l'ensemble des couches;

4.° Les affaissemens et les déchiremens, d'où il a pu résulter, à une époque quelconque, des espaces vides, qui depuis ont été remplis ou non;

5.° La disposition d'un ensemble de couches, soit en forme de *jattes*, soit en forme de *selles*, superposées les unes aux autres, d'où il résulte des ondulations quand les deux formes se répètent successivement dans chacune des couches. *(Voyez* pl. 24.*)*

Causes des accidens. L'imagination se perd quelquefois en conjectures sur les causes de ces grands phénomènes; on s'accorde cependant à regarder les quatre

premiers genres d'accidens comme postérieurs à la formation des couches. MINERAIS.

La situation verticale d'un tel ensemble est regardée comme l'effet de l'abaissement d'une de ses parties, qui a pu s'enfoncer dans une cavité souterraine: les *crochets*, les plis et replis des couches sur elles-mêmes, sont attribués à un glissement général qu'elles ont pu éprouver lorsque leur ensemble étoit encore dans un certain état de mollesse. La suppression d'une partie de l'ensemble des couches est évidemment due à l'influence des agens extérieurs, et particulièrement au ravage des eaux. Les *affaissemens* et les *déchiremens* sont aussi des preuves de catastrophes postérieures à la formation des couches : nous y reviendrons tout à l'heure, en considérant les accidens relatifs à un ensemble de couches et de filons. Quant aux ondulations, dont le nom comprend, ainsi qu'on a pu le remarquer plus haut, un grand nombre de cas dans lesquels la direction et l'inclinaison de tout un ensemble de couches éprouvent des variations successives, il paroît que, si quelquefois ce phénomène résulte de catastrophes postérieures à leur formation, souvent aussi il peut être attribué à une disposition première, qui a dépendu de la forme antérieure des terrains ou *bassins* sur lesquels s'est moulé le dépôt des couches.

Ensemble de couches et filons.

Il nous reste à considérer les accidens relatifs à un ensemble de couches et de filons. Dans ce cas, ce sont les couches qui éprouvent un dérangement de la part des filons : ceux-ci sont alors quelquefois composés de substances exploitables; mais souvent ils ne contiennent que des matières terreuses ou pierreuses. On distingue quelquefois par les noms de *failles* ou *crains*, ces filons stériles, qui tantôt occasionnent l'affaissement d'une partie des couches, tantôt les bouleversent jusqu'à une distance plus ou moins considérable, tantôt les interrompent totalement, et toujours dérangent leur *allure* habituelle. Il est évident que ces failles résultent de fentes qui ont eu lieu dans les couches, postérieurement à leur formation. Quelquefois ces fentes ne sont pas encore entièrement remplies; souvent elles donnent passage à de grandes quantités d'eau : leur voisinage réveille l'attention du mineur.

MINERAIS.

Utilité des explications.

Ce n'est pas seulement sous le rapport de la géognosie, c'est principalement sous le rapport de l'art des mines, qu'il importe de pouvoir rendre raison des causes et des époques comparatives de ces divers dérangemens que nous venons de rappeler : en effet, des opinions que le mineur adopte à cet égard, dépend la direction des efforts qu'il doit faire pour se maintenir, soit dans un filon, soit dans une couche, quand un dérangement s'y présente; c'est de ces mêmes opinions, que dépend la possibilité de retrouver le gîte exploitable, même quand sa trace a totalement disparu.

Exemples.

Ainsi, par exemple, quand un filon croiseur dérange un filon rejeté, si le mineur arrive par le filon rejeté, de maniere à rencontrer le filon croiseur, il doit ordinairement rechercher le filon rejeté, du côté de l'angle obtus que la direction de ce filon forme avec celle du filon croiseur. Quand une couche est dérangée par une faille, on doit observer si l'on se trouve sur la partie affaissée ou sur la partie supérieure de la couche : dans les deux cas, ce n'est qu'en traversant la faille, qu'on peut espérer de retrouver la couche; mais dans le premier cas, on doit la chercher en montant, et, dans le second, en descendant au-delà du dérangement. Ces règles générales se déduisent des explications précédentes ; un coup-d'œil sur les exemples réunis dans l'Atlas suffira pour faire reconnoître les divers accidens et les dispositions de travaux qui s'y rapportent.

Modifications des gîtes.

Jusqu'ici nous avons considéré d'une manière générale les filons et les couches, comme les chefs des deux classes de gîtes exploitables auxquelles ils donnent leur nom; mais chacune de ces classes présente des modifications que les mineurs allemands distinguent par des noms particuliers, dont la pratique a fait sentir le besoin.

Ainsi, 1.° *dans la classe des couches*,

Banc de minerais.

On peut appeler *banc de minerais* le gîte que les mineurs allemands nomment *erzlager*. C'est une couche souvent solitaire, quelquefois d'une puissance très-considérable, qui se maintient sur une grande étendue, mais qui se présente dans le terrain primitif, ou dans le terrain de transition, et qui contient des substances métallifères. Quelquefois

de tels bancs de minerai constituent des montagnes entières. Les mineurs allemands réservent le nom de couches *[flœze]* aux gîtes de cette classe qui se trouvent dans le terrain secondaire, tantôt solitaires, tantôt en grand nombre et d'une puissance très-variable. Dans ces couches secondaires, les dérangemens sont beaucoup plus communs que dans les bancs. MINERAIS.

On peut appeler *masse couchée* ou *parallèle*, un banc ou une couche d'une grande puissance, mais qui ne se maintient que sur une étendue peu considérable, parallèlement à sa direction : c'est ce que les Allemands nomment *liegende-stock*. Quelquefois une telle masse présente la forme d'une colonne couchée ou d'un coin; quelquefois elle offre diverses inflexions, comme la roche qui la renferme; quelquefois enfin, le gîte de minerais exploitable se compose d'un grand nombre de petites masses couchées qui sont répandues dans la roche. Masse couchée.

2.° *Dans la classe des filons;*

Les mineurs allemands ont pendant long-temps réservé le nom de *filon [gang]* pour les gîtes étendus de cette classe, qui se présentent dans le terrain primitif ou dans le terrain de transition; de là le nom de montagnes à filons *[ganggebirge]*, qui est employé par plusieurs auteurs pour désigner les terrains de ces deux époques. Distinguant de ces gîtes les filons ordinairement courts et peu profonds qui traversent, en plusieurs endroits de l'Allemagne, les couches du terrain secondaire, on a désigné ceux-ci, quand ils étoient stériles, par les dénominations allemandes de *rücken*, *wechsel* ou *faule rüschel* [en françois *faille* ou *crain*], et quand ils étoient métallifères, par le nom de *erz-rücken* [en françois *faille métallifère*]; mais on connoît aujourd'hui des filons très-étendus et très-productifs, particulièrement en Amérique, qui se présentent dans le terrain secondaire : ainsi, quoique l'ancienne distinction des mineurs allemands soit fondée sur les faits qui paroissent être les plus fréquens en Europe, nous emploierons, dans l'indication des principaux gîtes de cette classe, la dénomination générale de *filons*, aussi bien pour le terrain secondaire, que pour les terrains des époques antérieures. Failles et crains.

On peut distinguer par le nom de *masse droite* ou *transversale [stehende stock]* un gîte de minerais qui ne diffère des filons ordinaires, que Masse droite.

MINERAIS.

parce que sa direction occupe un espace peu étendu, et sur-tout parce qu'ayant une puissance très-considérable près de la surface du terrain, il paroît se terminer en forme de coin dans la profondeur.

Masse entrelacée.

Le nom de *masse entrelacée [stock-werk]* indiquera la réunion d'une multitude innombrable de petits filons qui se mêlent dans tous les sens, entre eux et avec la roche.

Amas irrégulier.

On pourra nommer *amas irréguliers [butzenwerke]* certains dépôts de substances exploitables, qui se présentent sans ordre au sein des roches, qui ordinairement sont recouverts par elles, et qui paroissent s'être formés dans des cavernes dont ils remplissent aujourd'hui l'espace.

Gîtes en divers terrains.

Parmi les gisemens de minerais que nous venons de spécifier, les masses entrelacées sont plus fréquentes dans le terrain primitif que dans les autres. C'est principalement le minerai d'étain, qui affecte ce gisement; il est remarquable que ce même minerai se présente en plusieurs endroits, et notamment en Angleterre et en France, disséminé dans des bancs de granite, comme partie constituante de cette roche. Les bancs de minerais et les filons sont en général des dépôts riches en substances métallifères.

Dans les couches secondaires *[flætze]*, on exploite, tantôt des minerais métallifères, tantôt des combustibles fossiles, quelquefois des sels.

Enfin, les masses couchées et les masses droites, ainsi que les amas irréguliers, se présentent contenant, soit des minerais métallifères dans toutes les époques, soit la houille, le sel gemme, le lignite et l'alun, dans l'époque secondaire.

Ajoutons à cet aperçu général les alluvions exploitables, ou les gîtes de minerais qui sont propres au terrain distingué ci-dessus par cette dénomination. Ces gîtes offrent ordinairement une situation horizontale, à la surface du sol, souvent une stratification analogue à celle des couches, quelquefois une disposition confuse par masses ou amas; on y trouve des métaux, des combustibles et des sels.

Quant au terrain volcanique, il ne présente, en fait de substances exploitables, que le soufre natif, les roches d'où l'on extrait l'alun, et peut-être le combustible fossile dit *lignite*.

Si nous jetons un coup-d'œil sur les plus célèbres exploitations, nous allons y remarquer quelques exemples caractérisés des divers gisemens qui sont indiqués ci-dessus. Plusieurs de ces exemples sont représentés dans l'*Atlas de la Richesse minérale;* ils pourront fournir des analogies utiles dans la recherche des mines.

MINERAIS.

Coup-d'œil sur les mines les plus célèbres.

Exemples du Gisement des diverses substances.

1.° On exploite des gîtes de minerais, en *bancs*, dans les endroits indiqués ci-après; savoir :

Bancs de minerais.

Des bancs de minerai d'étain, à Zinnwald en Bohême, dans une roche de quartz subordonnée au granite.

Bancs d'étain.

Des bancs puissans de cuivre pyriteux sont en exploitation à Rœraas en Norwége, dans le schiste micacé primitif qui se présente avec le trapp schisteux et le calcaire de la même époque.

Bancs de cuivre.

Des gîtes analogues de la même substance existent auprès de Kupferberg en Silésie, et auprès de Kupferberg en Bohême, dans le même ensemble de roches. Les mines de cuivre argentifère de la haute Hongrie, particulièrement à Schmoellniz, offrent des bancs de cuivre pyriteux, dans le schiste argileux primitif.

Il en est de même à Kalwang en Styrie.

Un banc de pyrite de fer et de cuivre avec minerai de cobalt *[glanz-kobolt]* est exploité à Tunaberg en Suède, dans une formation tardive de granite, de gneiss et de schiste micacé.

Bancs de cobalt, &c.

Un banc de pyrite de fer est exploité, pour le soufre, à Dylta en Suède, au sein des mêmes roches.

Bancs de soufre.

On exploite des bancs de minerai de fer oxidulé aimant, à Danemora en Suède, dans le même ensemble de roches primitives que ci-dessus;

Bancs de fer.

A Taberg en Suède, où le minerai est intimement mêlé avec le trapp primitif;

A Arendal en Norwége, à Uton, au Persberg, à Nordmarken en Suède, et en un grand nombre d'autres endroits de la Suède et de la Norwége, toujours dans la même formation tardive de roches primitives.

MINERAIS.

Le minerai de fer oligiste, en un banc énorme, constitue des montagnes entières, à Gellivara dans le Lappmark en Suède, au sein des roches primitives. La même substance offre un gisement analogue dans l'île d'Elbe. (*Voyez* pl. 21.)

D'autres bancs de fer oligiste sont exploités, dans les roches de la même époque, aux mines de Graenge, de Norbaerhe, de Norberg, de Langbanshytta, et dans beaucoup d'autres lieux de la Suède.

Des bancs de divers minerais de fer sont exploités en plusieurs endroits du Hartz et du Erzgebirge: les uns, composés des mêmes substances que ci-dessus, se présentent dans le terrain primitif; les autres, composés en général de minerais de fer oxidé, sont situés dans le terrain de transition. (*Voyez* les cartes de ces deux contrées, pl. 2 et 3.)

En Hongrie, le minerai de fer oxidé brun ou fer hydraté [*braun-eisenstein*] constitue des bancs interposés dans le schiste micacé, à Ruschkowa près Rhonitz. Le même minerai y constitue aussi des bancs entre cette roche et le calcaire primitif. (*Voyez* la géognosie de M. le professeur Reichetzer, intitulée *Anleitung, &c. &c.*, pag. 20. *Wien*, 1812.)

Bancs de plomb.

On exploite, aux mines de Sala en Suède, un minerai de plomb sulfuré argentifère, qui se présente disséminé dans un banc de calcaire primitif, subordonné à une formation tardive de granite, de gneiss et de schiste micacé. Un gisement analogue de plomb sulfuré, dans un banc de calcaire primitif, existe auprès de Schwarzenberg en Saxe.

Bancs de mercure.

A Rosenau en Hongrie, on trouve le mercure sulfuré dans un banc de schiste talqueux primitif.

Bancs d'alun.

Bancs de vitriol.

En plusieurs endroits, par exemple à Reichenbach en Saxe, on exploite des bancs de schiste alumineux, pour obtenir l'alun; dans la même contrée, on exploite des bancs ou des masses couchées de pyrite, pour obtenir le vitriol [sulfate de fer].

Masses couchées de minerais.

2.° Relativement aux *masses couchées*, que nous avons déjà indiquées comme étant en général des bancs courts et puissans, il nous suffira de rappeler les faits que voici :

Masses couchées de cuivre, &c.

A Falhun en Suède, la pyrite de fer, avec minerais de cuivre et de

plomb, constitue une masse couchée ellipsoïde, dans le schiste micacé. (*Voyez* pl. 19, *fig.* 1.)

Masses couchées de divers métaux.

Au Rammelsberg, dans le bas Hartz, une masse couchée contenant divers métaux, est exploitée dans le schiste argileux de transition. (*Voyez* pl. 18.)

Masses couchées de fer spathique.

On connoît un grand nombre de *masses couchées* métallifères dans le terrain primitif et dans le terrain de transition; il en existe aussi dans le terrain secondaire : le minerai de fer spathique affecte ce mode de gisement, dans plusieurs mines célèbres, et notamment dans la Carinthie et dans la Carniole. Il est remarquable que le même minerai constitue aussi des *masses droites* dans plusieurs autres endroits dont il sera fait mention plus tard.

Masses couchées de Manganèse.

Il paroît que le manganèse oxidé constitue, en plusieurs endroits, des masses couchées, et notamment à la Romanèche près Mâcon, département de Saone-et-Loire.

Masses couchées de plomb.

Au Bleyberg en Carinthie, le plomb sulfuré non argentifère constitue des masses couchées, dans une roche calcaire qui paroît être secondaire, mais que plusieurs géognostes regardent comme une roche de transition. Le zinc oxidé [calamine] s'y présente avec le minerai de plomb. (*Voyez* pl. 21.)

Masses couchées de zinc.

Masses couchées de mercure.

Aux mines d'Idria en Carniole, le mercure sulfuré constitue de petites masses couchées, qui sont disséminées dans une grande masse de schiste bitumineux, que renferme une roche calcaire. (*Voyez* pl. 20 et 21.)

Le même minerai se présente, dans le Palatinat, en petites veines de différens aspects, qui sont disséminées dans de grandes masses de grès ou d'argile, au sein des couches schisteuses de cette contrée.

Aux mines d'Almaden en Espagne, le même minerai se trouve aussi disséminé dans des masses de grès, souvent très-puissantes, que renferme un schiste argileux bitumineux.

A Guancavelica dans le Pérou, on exploite le même minerai de mercure; là, il se présente disséminé dans une portion de l'épaisseur d'un banc de grès quartzeux, très-puissant, que supportent et recouvrent des couches de brèche calcaire.

MINERAIS.

Houille.

La houille se présente aussi en masses couchées, dans plusieurs lieux du midi de la France, ainsi qu'au Creusot dans le département de Saône-et-Loire. (*Voyez* pl. 27, *fig.* 9.)

Minerai de fer.

Il en est de même en Angleterre, auprès de Wolwerhampton, dans le Staffordshire. Souvent le minerai de fer carbonaté terreux [*ironstone* des Anglois] constitue des masses couchées, dans le sein du terrain houiller.

Sel gemme.

Le sel-gemme forme ordinairement d'énormes masses couchées qui sont environnées d'argile, au sein des roches calcaires et gypseuses du terrain secondaire. Tel est son gisement en Hongrie, en Autriche, dans le pays de Salzburg, en Angleterre, en Espagne et ailleurs. (*Voyez* pl. 22). Quelquefois cette même substance constitue des couches distinctes et plus ou moins puissantes, comme en Transylvanie et en Galicie, mais toujours dans des terrains de la même époque.

Bois fossile.

Le bois fossile ou lignite constitue ordinairement des masses couchées, dans les terrains de formation récente, et quelquefois sous le basalte. (*Voyez* pl. 29, *fig.* 16.)

Soufre.

Le soufre natif se présente disséminé en petites masses couchées, dans certaines roches secondaires et dans certaines roches volcaniques.

Minerais d'alluvion.

Enfin, les terres vitrioliques et alumineuses, ainsi que les dépôts de minerais d'alluvion, soit d'or, soit d'étain, soit de fer, se présentent quelquefois en masses couchées, d'une épaisseur plus ou moins considérable.

Couches.

3.° Les substances qui constituent les couches les plus ordinairement exploitées du terrain secondaire [dites en allemand *flœtze*], sont les suivantes :

Houille.

La houille se présente très-souvent en couches nombreuses, au sein du grès des houillères et de l'argile schisteuse, avec le minerai de fer carbonaté dit *ironstone*. (*Voyez* pl. 24 à 30.)

Schiste cuivreux.

Le schiste cuivreux forme une couche solitaire et peu puissante, dans le pays de Mansfeld, dans la Hesse et ailleurs, au sein d'un calcaire bitumineux. (*Voyez* pl. 23.)

Minerai de plomb.

Le plomb sulfuré se trouve, à Tarnowitz en Silésie, accompagné de zinc oxidé, au sein d'un calcaire marneux. Le même minerai de plomb

sulfuré se présente, au Bleyberg près Gemünd, non loin d'Aix-la-Chapelle, disséminé en grains, dans les couches d'un grès blanc et sablonneux. Il existe un gîte analogue aux environs de Saint-Avold, non loin de Metz. MINERAIS.

Des minerais de fer argileux et de fer oxidé en grains sont exploités en un grand nombre d'endroits, et particulièrement en France, au sein des couches secondaires. Minerai de fer.

Le sel gemme, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, se présente quelquefois en couches distinctes. Sel gemme.

Le bitume dit *asphalte* est exploité en plusieurs endroits où des couches secondaires sont imprégnées de cette substance. (*Voyez* pl. 29, *fig. 17.*) Asphalte.

Enfin, l'alun et le sulfate de fer sont obtenus, en plusieurs endroits, au moyen du lessivage de diverses substances que renferment certaines couches du terrain secondaire. Alun et vitriol.

4.° Relativement aux filons, nos cartes du Hartz et du Erzgebirge, ainsi que les exemples réunis dans l'*Atlas de la Richesse minérale*, font voir un grand nombre de ces gîtes, contenant divers minerais, au sein de diverses roches, soit primitives, soit de transition. C'est principalement dans le gneiss, dans le schiste micacé et dans le schiste argileux, soit primitif, soit de transition, que se présentent les filons métallifères de ces deux contrées. Il en est de même dans la plupart des grandes exploitations de l'Europe; cependant, on y exploite aussi quelques filons dans le terrain secondaire; mais en Amérique, certaines roches de cette époque renferment des filons très productifs. *Filons.*

Rappelons succinctement quelques-uns des filons les plus connus, ainsi que les roches dans le sein desquelles ils se présentent.

Au rapport d'un grand nombre d'observateurs, on exploite :

Dans le granite,

Des filons d'étain, à Platten, à Abertham et en plusieurs autres lieux de la Bohême, ainsi qu'à Ehrenfriedersdorf en Saxe, et dans les mines de la Cornouailles; — un filon de fer, à Platten et à Annaberg; — des filons aurifères, à Muerwinkel et à Gastein dans le pays de Salzburg; — des filons d'antimoine, dans le comitat de Lyptau, principalement à Magurka, ainsi que dans plusieurs des départemens méridionaux de la France; Minerais d'étain. Minerais de fer. Minerais d'or. Minerais d'antimoine.

MINERAIS.

Minerais d'argent.

Dans le gneiss,

De nombreux filons d'argent, aux environs de Freyberg; (*Voyez* pl. 3, 13 et 14.) — des filons d'argent, autrefois très-productifs, à Iglau en Moravie;

Dans le schiste micacé,

Des filons d'argent, à Schladming en Styrie et à Bleystadt en Bohême; (*Voyez* pl. 3,) — un filon d'or, à Aedelfors en Suède; — des filons de cuivre, à Küttenplan en Bohême, à Herrengrund et à Libethen en Hongrie;

Minerais d'or.

Minerais de cuivre.

Minerais de divers métaux.

Dans le schiste argileux primitif,

Des filons de cuivre, à Goellnitz et à Schmoellnitz dans la haute Hongrie, ainsi qu'à Rohrbühel dans le Tyrol; — des filons d'argent, de plomb et de cobalt, à Joachimsthal en Bohême, ainsi qu'à Andreasberg au Hartz; (*Voyez* pl. 15.) — des filons de plomb, à Przibram et à Miess en Bohême; — des filons d'argent et d'or, dans les mines du Pérou et du Mexique;

Dans un schiste talqueux,

Les filons de Poullaouen en France, département du Finistère; (*Voyez* pl. 14.)

Dans le porphyre primitif,

Des filons contenant argent, or, plomb et cuivre, à Kœnigsberg, Nagiag et Offenbanya en Transylvanie.

Dans la syénite,

Des filons de plomb et d'argent, à Scharfenberg, près Meissen en Saxe; — de puissans filons aurifères, à Schemnitz en Hongrie; — des filons de fer, dans le pays de Henneberg en Allemagne, situés en partie dans le porphyre et en partie dans la syénite;

Dans le calcaire de transition,

Les prétendus *filons* de plomb du Derbyshire, dont le gisement laisse des doutes; (*Voyez* pl. 17.)

Dans le trapp de transition,

Des filons de cuivre et de fer, avec un peu de mercure, dans le cercle de Beraun en Bohême, et particulièrement au Giftberg, près Horschowitz;

Dans la grauwacke et le schiste argileux de transition,

La plupart des filons de plomb, argent et cuivre, du Hartz; (*Voyez* pl. 2, 4 à 8.) — de minces filons d'or, à Vœrœspatak et Abrudbanya en Transylvanie; — des filons de cuivre, à Herrengrund, en Hongrie;

Dans un porphyre argileux secondaire,

Un filon de manganèse, auprès d'Ilefeld au Hartz; (*Voyez* pl. 2).

Dans une roche calcaire qui paroît secondaire, mais qui peut-être appartient au terrain de transition, MINERAIS.

Un filon de plomb sulfuré, accompagné de fer oxidé ocreux, à Wédrin dans le pays de Namur;

Dans un grès secondaire,

Un filon de cuivre pyriteux, avec plomb sulfuré et pyrite de fer, aux mines d'Anglesark dans le Lancashire;

Dans un calcaire secondaire qui recouvre un schiste argileux primitif,

Des filons de plomb et argent, dans le district de Pasco au Mexique, filons qui traversent les deux terrains et se montrent plus riches dans le calcaire que dans le schiste;

Dans les couches secondaires qui accompagnent le schiste cuivreux, dans la Hesse et ailleurs,

Quelques filons de cobalt peu étendus et peu profonds; (*Voyez* pl. 23.)

Dans un calcaire secondaire,

Plusieurs filons de cuivre auprès de Camsdorf sur la Saale, en Thuringe. (*Voyez* au surplus dans le nouveau *Dictionnaire d'histoire naturelle*, 2.e édit., au mot *Filon*, un article de M. de Bonnard sur les gîtes de cette classe.)

5.° Parmi les gîtes de minerais que nous avons désignés par le nom de *masses entrelacées [stockwerke]*, on cite principalement ceux de minerai d'étain qui sont en exploitation dans les lieux suivans : *Masses entrelacées.*

A Schlackenwald en Bohême, dans un granite d'une formation postérieure à celle du gneiss qui le renferme; — à Geyer en Saxe, dans la même roche; — à Kirclase, près S.t-Austle, en Cornouailles, dans le granite; — à Seifen en Bohême, dans le gneiss; — à Altenberg en Saxe, dans un porphyre primitif et dans la syénite qui lui est superposée. Minerais d'étain.

Mais plusieurs motifs semblent devoir faire considérer les gîtes de Geyer et de Schlackenwald comme des *masses droites* ou *transversales*, et non comme des masses *entrelacées*. (*Voyez* dans le nouveau *Dictionnaire d'histoire naturelle* l'article *Gîte de minerais*, par M. de Bonnard, tom. XIII.)

6.° A l'égard des *masses droites*, qui ne sont autre chose que des filons très-puissans, mais peu étendus, et resserrés dans la profondeur, notre Atlas fait voir (pl. 17) des gîtes métallifères de cette espèce, *Masses droites.*

MINERAIS. qui sont exploités en Sibérie et dans le pays de Siegen. En ce dernier pays, la masse exploitable est composée de fer spathique et renfermée dans le schiste argileux de transition; mais auprès de Schmalkalde, un gîte analogue de fer spathique se présente dans un terrain de calcaire secondaire ancien.

Fer spathique.

Calamine. On regarde comme se rapportant à ce mode de gisement, la masse de calamine qui est en exploitation à la Vieille-Montagne, dans le pays d'Aix la-Chapelle, au sein d'un grès et d'un calcaire qui semblent être secondaires. Plusieurs dépôts de minerai de fer en grains paroissent constituer des masses transversales au sein des roches secondaires, particulièrement en France.

Amas irréguliers. 7.° Quant aux *amas irréguliers* [dits *butzenwerke*], on rapporte qu'en Sibérie, auprès de Nertschinsk, de semblables gîtes donnent lieu à de grandes exploitations de minerai de plomb argentifère. Les gîtes du Derbyshire semblent aussi être de tels amas. Dans le Hartz, à Iberg près Grund, le minerai de fer spathique se présente en amas irréguliers, dans une roche calcaire. En plusieurs autres lieux, ce sont des minerais de fer d'alluvion qui constituent des amas ainsi dispersés dans des cavernes.

Minerais métallifères.

Résumé sur les Gîtes de Minerais et sur les Indices de Mines.

Gisement des divers objets d'exploitation. Les résultats d'observations qui précèdent, concernant les gîtes de minerais les plus célèbres, sont propres, jusqu'à un certain point, à éclairer le mineur dans ses recherches, en portant devant lui le flambeau de l'expérience; mais ce ne peut être que sauf quelques incertitudes ou exceptions, qui sont presque inévitables dans cette matière vaste et compliquée.

Si l'on passe en revue les divers objets d'exploitation, on est porté à reconnoître, à l'égard de chacun d'eux, quelques faits généraux que nous n'essaierons cependant de réunir qu'avec défiance.

Étain. L'étain existe principalement dans le terrain primitif, où il se présente, soit en masses entrelacées, soit en bancs, soit comme partie constituante de la roche, plus rarement en filons distincts : quelquefois

on rencontre le minerai d'étain dans le terrain d'alluvion, où il remplit des fonds situés entre de hautes montagnes. MINERAIS.

L'or se trouve, soit en bancs, soit en filons, souvent dans le terrain primitif; cependant les autres époques, et particulièrement le terrain d'alluvion, présentent aussi ce métal. Quand l'or existe au sein d'un terrain primitif, c'est sur-tout dans les schistes et dans les roches de la même époque; la serpentine en est dépourvue : quelquefois il se rencontre dans le terrain de transition, par exemple, en Transylvanie, dans la grauwacke. L'or des terrains d'alluvion, qu'on appelle or de lavage ou de transport, se présente, ainsi que l'étain d'alluvion, parmi des débris de roches plus anciennes. Or.

L'argent se trouve sur-tout en filons et en bancs, dans le terrain primitif et dans le terrain de transition; il existe aussi des filons de ce métal dans le terrain secondaire. Les roches qui le renferment le plus souvent sont : le gneiss, le schiste micacé, le schiste argileux, la grauwacke et la roche dite calcaire alpin. Argent.

Les gîtes de minerai d'argent proprement dits ne sont pas fréquens, du moins en Europe, dans le terrain secondaire. L'argent s'y trouve souvent combiné avec le cuivre ou avec le plomb, dans les minerais de ces deux substances.

Le cuivre existe dans les trois époques de formation, savoir : Cuivre.

Dans le terrain primitif, principalement à l'état de cuivre pyriteux, et en bancs, en masses ou en filons;

Dans le terrain de transition, tantôt en masses, tantôt en filons de cuivre pyriteux;

Dans le terrain secondaire, sur-tout en couches de schiste cuivreux.

Le plomb se présente aussi dans les trois époques de formation; il abonde sur-tout dans les terrains primitif et de transition, où il constitue ordinairement des filons, quelquefois des bancs de plomb sulfuré. On retrouve le même minerai dans les couches ou dans les filons du terrain secondaire, souvent avec le fer oxidé ocreux et la calamine; quelquefois il est disséminé en grains dans des couches de grès récent. Plomb.

Le fer se trouve dans les quatre époques de terrain, mais dans des minerais différens, savoir : Fer.

CALIFORNIA STATE
Mining Bureau.
SAN FRANCISCO.

MINERAIS.

Dans le terrain primitif, les minerais dits fer oxidulé et fer oligiste, principalement en bancs quelquefois énormes; — et de plus les minerais dits fer oxidé rouge, fer oxidé brun [hématite], souvent en filons, quelquefois en masses avec le fer spathique; — dans le terrain de transition, les minerais dits fer oxidé rouge, fer oxidé brun et fer spathique, soit en filons, soit en masses; — dans le terrain secondaire, quelquefois le fer spathique, et le fer oxidé brun en couches; mais le plus souvent des couches de fer argileux, de fer oxidé globuliforme, de fer carbonaté des houillères *[ironstone]*; — dans le terrain d'alluvion, les minerais de fer argileux, de fer en grains, et ceux qu'on distingue par les noms de fer limoneux, des marais, des lieux bourbeux, des prairies.

Il est remarquable que, parmi les minerais de fer, ceux qui appartiennent à l'époque primitive, ont presque entièrement l'aspect de fer métallique, avec une richesse qui s'élève quelquefois jusqu'à quatre-vingt pour cent, tandis que les minerais des époques subséquentes deviennent, en général, de plus en plus terreux, jusqu'aux minerais d'alluvion, parmi lesquels il s'en trouve beaucoup qui ne contiennent pas vingt pour cent et qui n'offrent que l'aspect d'une pierre brute.

Mercure.

Le mercure se présente principalement dans le terrain secondaire, en masses disséminées, et accompagné de substances combustibles; cependant ce métal existe, en plusieurs endroits, dans le terrain primitif.

Cobalt.

Le cobalt appartient aux trois époques de terrain : ses gîtes les plus abondans sont des filons, dans le terrain primitif; nous avons cependant fait mention de petits filons contenant ce métal, dans le terrain secondaire.

Antimoine.

L'antimoine se trouve dans le terrain primitif, en filons ou en bancs.

Bismuth et nickel.

Le bismuth et le nickel paroissent ne pas constituer de gîtes où ils soient la substance dominante; ils accompagnent souvent le cobalt.

Zinc.

Le zinc se présente dans les trois premières époques de terrain, savoir : le zinc sulfuré, sur-tout dans les terrains primitif et de transition; la calamine, dans le terrain secondaire, communément avec le fer oxidé, et quelquefois avec le plomb sulfuré.

La houille se trouve exclusivement dans le terrain secondaire, où elle constitue ordinairement des couches. Il en existe, ainsi que nous le verrons ailleurs, plusieurs formations, dont la principale est la plus ancienne, celle qui avoisine ordinairement le terrain primitif. (*Voyez* pl. 24 à 30.) MINERAIS. Houille.

Le sel gemme appartient exclusivement au terrain secondaire; le plus souvent il constitue des masses couchées, dans une formation de roches argileuses et gypseuses. Sel gemme.

L'alun est répandu dans toutes les époques de terrain, savoir: Alun.

Dans les bancs de schiste alumineux des terrains primitif et de transition, ainsi que dans les couches d'argile schisteuse du terrain secondaire; — dans les couches et les alluvions de terres alumineuses; — dans les masses couchées de bois fossile; — dans les roches des terrains volcaniques.

Le bois fossile ou lignite ne se trouve que dans le terrain secondaire et dans le terrain d'alluvion. Quelquefois ce combustible est situé sous le basalte, que plusieurs savans regardent comme volcanique. Bois fossile.

L'asphalte ne se présente que dans les couches du terrain secondaire et dans le terrain d'alluvion. Asphalte.

Le soufre existe dans toutes les époques, à l'état de pyrite, et principalement dans les terrains primitif et de transition, en bancs, en masses et en filons; mais il ne se présente à l'état de soufre natif, que dans certaines roches argileuses et gypseuses du terrain secondaire, et dans les produits volcaniques, où il constitue de petites masses disséminées. Soufre.

La connoissance des résultats généraux que la géognosie a recueillis et classés, comme nous venons de le voir, doit être le premier guide dans la recherche des mines. C'est elle qui met l'observateur en état de juger si telle ou telle contrée, d'après la nature et la disposition de roches qu'elle présente aux yeux, est susceptible de renfermer dans son sein des gîtes de minerais exploitables: elle indique en même temps, jusqu'à un certain point, quelles substances on peut espérer de rencontrer dans telle ou telle série de roches, et quel gisement il est présumable que ces substances y affecteront. Faute d'avoir connu ces faits, plusieurs personnes se sont jetées en aveugles dans des recherches aussi ridicules que ruineuses. Utilité des faits.

MINERAIS.

Indices de mines.

Autrefois on regardoit comme des indices de mines les eaux thermales, dont la chaleur résulte de la décomposition des pyrites; les eaux minérales, qui souvent viennent de très-loin; les vapeurs qui couronnent certaines montagnes, les neiges qui séjournent quelquefois plus longtemps dans un endroit que dans un autre, les différentes espèces de bois qui croissent en divers lieux, la verdure plus ou moins précoce, et surtout le prétendu jeu de la *baguette divinatoire*, qui de nos jours a trouvé quelques apologistes, même parmi les savans. Récemment encore on a cru reconnoître, dans une pyrite de fer suspendue à un fil, la propriété de s'agiter dediverses manières autour des diverses substances minérales, de les faire distinguer ainsi les unes des autres, et de déceler leur existence dans le sein de la terre : mais, en général, de tels indices sont regardés comme faux.

L'observation leur en a substitué de plus raisonnables, parmi lesquels les uns peuvent être appelés *indices négatifs*, les autres *indices positifs*.

Indices négatifs.

Les indices négatifs se déduisent de telle ou telle constitution géognostique qui, d'après l'expérience et quelquefois d'après le raisonnement, exclut telle ou telle substance : par exemple, le granite, et en général le terrain primitif, interdit l'espoir de trouver dans son sein les combustibles fossiles, si ce n'est l'anthracite; on n'y cherchera pas non plus le sel gemme. Il est très-rare que le granite renferme des minerais d'argent, et que les roches calcaires renferment des minerais d'étain. Le terrain volcanique n'offre point de gîtes exploitables de minerais métallifères. Les filons étendus ne se trouvent pas communément dans les terrains secondaire et d'alluvion. Les minerais de fer les plus riches ne se trouvent pas dans le terrain secondaire, et ceux qui sont propres à cette époque ne se rencontrent pas dans les roches primitives.

Indices positifs.

Parmi les indices positifs, les uns sont *prochains*, les autres plus ou moins *éloignés*.

Les indices prochains sont : l'affleurement d'un gîte de substance exploitable; l'attraction magnétique, pour certains minerais de fer; la rencontre de parcelles de bitume nageant sur les eaux, pour le voisinage de la houille; et la fréquence des fragmens de minerais, pour toutes les substances exploitables.

On nomme indices éloignés ceux qui sont fournis par l'âge relatif et

par la nature des roches. D'après les exemples réunis ci-dessus, de tels indices acquièrent un nouveau degré de confiance, lorsque, dans une contrée jugée susceptible de renfermer des gîtes de minerais exploitables, on rencontre les gangues qui accompagnent ordinairement telle ou telle substance cherchée. Ces associations habituelles de certains minerais et de certaines gangues sont indiquées dans plusieurs traités de minéralogie; nous en verrons plus tard quelques exemples.

L'aspect général des montagnes, quand leurs flancs offrent des pentes douces et continues, la fréquence des filons stériles, la présence des sables métallifères, le voisinage de tel ou tel gîte de minerais déjà connu, par exemple, du minerai de fer carbonaté terreux *[ironstone]*, comme indice de la houille, enfin l'existence des sources salées et des eaux minérales, peuvent fournir quelques indices; mais lorsque des eaux ferrugineuses ou cuivreuses découlent des sables et des argiles, ces indices méritent en général peu d'attention, parce que les eaux peuvent venir de très-loin : il en est de même à l'égard des sables métallifères et des sources salées. Remarquons encore, à l'égard des indices éloignés, qu'en plusieurs endroits, et particulièrement auprès de Clausthal dans le Hartz, un certain minerai de fer oxidé rubigineux s'est trouvé au-dessus des gîtes les plus abondans de minerais de plomb et d'argent, ce qui l'a fait nommer par les Allemands le chapeau de fer *[eiserne hut]*. Il paroît que le minerai de fer riche en argent, que l'on exploite en Amérique sous le nom de *pacos*, a quelque analogie avec cette substance; mais le minerai de fer est répandu si abondamment à la surface du terrain, que sa présence ne sauroit en général être regardée que comme un indice éloigné, relativement aux autres substances minérales, si ce n'est à l'égard de la houille qui est fréquemment associée, stratifiée, et, pour ainsi dire, mêlée avec le minerai de fer carbonaté terreux [*ironstone* des Anglois; *thonartiger eisenstein* des Allemands].

Le moyen le plus sûr de procéder sagement à la recherche des minerais exploitables, sera donc, 1.° d'étudier une contrée dans tous ses rapports géognostiques, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus; 2.° d'y pratiquer, en cas d'espérance fondée, les travaux de recherche que nous exposerons plus tard.

EXPLICATION DES PLANCHES I, 2, 3.

Cartes présentant l'ensemble des circonstances relatives à l'exploitation des Mines.

CARTES, Planches 1 à 3.

Terminons l'aperçu général qui précède, par un coup-d'œil sur les trois premières planches de notre Atlas. Leur objet est de développer quelques exemples concernant l'étude des roches et la disposition des gîtes de minerais.

Carte, pl. 1.

La pl. 1 est une carte des pays situés entre l'Elbe et le Rhin, suivant le cours du Weser; elle indique la situation des mines, usines, salines, carrières et autres ateliers relatifs à la richesse minérale: on lit sur cette carte l'explication, en françois et en allemand, des signes employés pour distinguer les divers genres d'établissemens.

Déjà, dans le premier volume de cet ouvrage, la même carte, sauf quelques corrections qu'elle a reçues depuis, nous a servi à considérer l'ensemble de la constitution géognostique des contrées qu'elle représente; nous nous bornons, à cet égard, à renvoyer à ce que nous en avons déjà dit *(voyez* tom. I.er, pag. *7 et suiv.)*. Aujourd'hui, nous ne présentons de nouveau la même carte, que pour qu'elle serve d'introduction et de *carte d'assemblage* aux deux suivantes. Celles-ci font voir, avec plus de détails, l'une le *Hartz* et l'autre le *Erzgebirge*, qui sont indiqués sur la première. L'ensemble de ces deux contrées, considérées géognostiquement avec le pays qui les sépare, offre, pour ainsi dire, un abrégé de la structure du globe.

Carte, pl. 2.

La pl. 2 est une carte spéciale des montagnes du Hartz; elle présente l'ensemble des circonstances relatives aux mines et usines de cette contrée. L'explication que porte la carte, et le profil qui l'accompagne, mettent le lecteur à portée d'embrasser d'un coup-d'œil la disposition et la nature des roches qui constituent le Hartz; les divers rapports que ces roches ont entre elles et avec les gîtes de minerais, exprimés au moyen de divers signes; la manière d'être de ces gîtes variés; la hauteur des montagnes, la profondeur des principales mines, l'emplacement

des principaux puits d'exploitation, les galeries pratiquées à différentes époques et à différens niveaux, pour l'écoulement des eaux souterraines, les étangs construits pour le service des machines nécessaires à l'activité des établissemens, enfin les divers arrondissemens de mines, et tous les objets dont l'indication peut servir à compléter la description de cette contrée classique. CARTES, Planches 1 à 3.

Notre but, en dressant cette carte, a été de consigner un très-grand nombre de faits, et de les rapprocher les uns des autres au moyen d'une notation facile à saisir; par-là, nous avons voulu éviter d'écrire, en texte ordinaire, des détails dont la lecture pourroit paroître fort longue, sans être aussi utile qu'une description synoptique. Cette carte est donc, pour ainsi dire, un livre écrit sur une seule page, en caractères particuliers; le dictionnaire propre à la lecture de ce livre, c'est l'explication des signes que porte la carte.

Un seul exemple donnera une idée de tout ce que l'on pourra lire sur la pl. 2, si l'on prend la peine d'en étudier l'explication.

Plaçons-nous au 8° 17′ de longitude et au 51° 48′ 30″ de latitude: c'est là qu'est située la plus haute montagne du Hartz, dite *le Brocken;* elle s'élève à 1132 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique; elle est entièrement formée de granite; sur le sommet on trouve une auberge. Exemple.

Le terrain primitif s'étend au nord du Brocken jusqu'à la ville d'Ilsenburg. De là on peut suivre les limites de ce terrain aux environs de la ville de Goslar, vers le nord-ouest; sur les rives de la Radau, vers l'ouest; à la montagne dite *Bruchberg*, vers le sud-ouest; auprès des villes d'Andreasberg et de Braunlage, vers le sud; enfin entre le Brocken et les villes d'Elbingerode et de Wernigerode, vers l'est et le nord-est, jusqu'à Ilsenburg, point de départ.

Dans l'espace indiqué, diverses roches primitives s'appuient sur le granite; chacune d'elles est désignée par un carré simple, renfermant une lettre capitale qui rappelle le nom de la roche correspondante. Roches.

Sur les limites du terrain primitif qui constitue comme le noyau du Hartz, commence le terrain de transition, excepté vers le nord et le

CARTES, Planches 1 à 3.

nord-est, où le terrain secondaire se montre, en quelques points, immédiatement appliqué sur le primitif.

Le terrain de transition environne le terrain primitif sur lequel on le voit s'appuyer vers l'est, tandis que, vers l'ouest du Brocken, l'inclinaison des roches indique un noyau primitif non visible. Le niveau du terrain de transition va en décroissant jusqu'à ses limites; celles-ci se présentent, en général, d'un côté sur une ligne passant du nord-ouest au sud-est du Brocken, auprès des villes de Seesen, Grund, Ellrich, Ilefeld et Neustadt; de l'autre côté du Brocken, sur une ligne passant par Goslar, Neustadt près Harzburg, Wernigerode et Blanckenburg. Les roches de transition qui se montrent dans l'espace indiqué, sont désignées sur la carte par un carré double, renfermant une lettre italique qui rappelle le nom de la roche observée sur chaque point correspondant.

Le terrain secondaire, ou stratiforme, commence où nous venons de voir finir le terrain de transition. On remarquera, vers le sud-ouest de la carte, la ville de Giboldehausen, et vers le nord-est la ville de Derenburg; elles sont situées l'une et l'autre au milieu du terrain secondaire, dont le niveau décroissant n'est plus, auprès de la première, qu'à 156 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique. Des carrés diversement modifiés, mais sans lettres, désignent les diverses espèces de roches secondaires.

Quant au terrain d'alluvion qui se présente çà et là sur les terrains précédens, comme, par exemple, à peu de distance du Brocken, vers le sud-ouest de cette montagne primitive, nous l'avons indiqué par un carré renfermant un cercle, avec ou sans une autre modification de signe.

Au moyen de quelques notations mentionnées dans l'explication que porte la carte, on peut reconnoître, en un grand nombre de points, la superposition, l'alternation, la fréquence ou *subordination* et l'inclinaison des roches les plus remarquables, ainsi que la situation des rocs à pic et des cavernes du Hartz.

Gîtes de minerais.

Les gîtes de minerais qui ont rendu cette contrée célèbre, sont rapportés sur notre carte d'après les plans des mines, suivant leur direction et leur inclinaison. Ainsi, dans le terrain primitif, auprès d'Andreasberg, on voit un ensemble compliqué de filons de plomb et argent, dont une partie sera développée par le moyen des pl. 15 et 16.

Dans le terrain de transition, on remarquera les ensembles de filons de plomb argentifère, qui sont exploités auprès des villes de Clausthal, Zellerfeld, Altenau, Wildeman et Lautenthal; la masse couchée ou le banc de minerai de plomb, cuivre et argent, qui est en exploitation auprès de Goslar, et que représente particulièrement la pl. 18; les filons de cuivre qu'on exploite au nord de Lauterberg; un filon de manganèse non loin d'Ilefeld, vers le nord-ouest de cette ville; plusieurs filons de minerai de fer qui sont exploités auprès de ce dernier endroit; d'autres gîtes de ce métal, en remontant vers le nord-ouest, auprès de Lauterberg et d'Andreasberg; d'autres plus loin, sur une ligne presque continue, entre Osterode et Altenau, puis au-delà de cette ville, vers le nord-est; d'autres enfin à l'est et au sud-est du Brocken, autour de la ville d'Elbingerode. Cartes; Planches 1 à 3.

Dans le terrain secondaire, et peut être en partie dans le terrain de transition, on exploite des couches de houille, au nord-est d'Ellrich, d'Ilefeld et de Neustadt.

Si, après avoir embrassé d'un coup-d'œil la disposition générale des roches et des gîtes de minerais, on remarque les notations et signes qui sont placés auprès de ces divers gîtes, on prendra facilement une idée de la disposition des grands travaux d'exploitation auxquels ils ont donné lieu depuis plusieurs siècles. Travaux souterrains.

Considérons, par exemple, les filons qui avoisinent la ville de Clausthal, et qui s'étendent au-dessous et au-delà de son enceinte. Nous lisons sur la carte que le sol de l'église de cette ville étant situé à une hauteur de 571 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique, l'orifice du puits de la mine dite *Dorothée* est à 593 mètres au-dessus du même niveau, et que la profondeur de ce puits est de 372 mètres. Plusieurs autres puits portent une notation analogue autour des villes et des gîtes de minerais indiqués ci-dessus. Il en est de même des principales galeries qui ont été pratiquées dans ces gîtes de minerais, pour l'écoulement des eaux souterraines. Ainsi, la principale galerie de ce genre, dont l'entrée ou l'orifice *a* se trouve auprès et au midi de la ville de Grund, présente cet orifice à 294 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique, et par conséquent à 299 mètres au-dessous de l'entrée du puits Puits et galeries.

CARTES, Planches 1 à 3.

Rochlitz et Dresde. Au contraire, du côté de la Bohême, la pente est brusque et rapide, comme on peut le remarquer entre Carlsbad et Aussig. Sur ce revers du *Erzgebirge* s'appuie le *Mittelgebirge*, autre système de montagnes dans lequel abondent les roches basaltiques, les eaux minérales et certains combustibles fossiles.

Montagnes de la Saxe.

C'est dans la partie saxonne que l'étude de la géognosie et l'exploitation des mines ont reçu le plus grand développement. Déjà M. de Bonnard, ingénieur en chef des mines de France, a exposé la constitution géognostique des montagnes métallifères de la Saxe, d'après les principes de la célèbre école de Freyberg. On pourra suivre, sur notre carte, son intéressant ouvrage, auquel renvoie la légende qu'elle porte. Nous devons nous borner ici à considérer, avec M. de Bonnard, les principales masses de faits géognostiques, dont il a développé les détails d'une manière lumineuse. (Voyez *Journal des Mines*, n.os 226, 227 et 228).

Trois groupes ou systèmes distincts de montagnes se présentent dans la partie saxonne du Erzgebirge.

Premier groupe.

Le premier, dont le noyau paroît être le granite observé non loin de Freyberg, vers l'est, aux lieux dits Naundorf et Niederbobritsch, a pour limites les lignes suivantes : au nord, une ligne tirée de Dresde à Nossen; à l'ouest et au sud-ouest, une ligne brisée allant de Nossen à Oederan, puis d'Oederan à Seifen, à-peu-près le long de la rive droite de la Flœhe qui va se jeter dans la Zschoppau, à l'ouest d'Oederan; au sud-est, la crête du Erzgebirge jusqu'à l'Elbe; au nord-est, le cours de ce fleuve jusqu'à Dresde, point de départ.

Second groupe.

Le second groupe, contigu au précédent, paroît reposer sur un noyau granitique déjà mentionné ci-dessus, qu'on observe à l'ouest du Keilberg, auprès de Platten, et qui de là s'étend jusqu'aux environs de Schneeberg. Ses limites sont, au nord, une ligne passant par les villes de Zwickau, Lichtenstein, Chemnitz et Oederan; à l'est, la rivière de la Flœhe, qui borne le premier groupe de ce côté; à l'ouest, une ligne non déterminée dans le Voigtland; au sud, une ligne non déterminée entre la crête du Erzgebirge, qui forme les frontières de la Bohême, et le cours de l'Eger, considéré depuis la ville de ce nom jusqu'à Kaaden.

Le troisième groupe de montagnes, situé au nord du second, paroît s'appuyer sur un noyau granitique non visible; ce noyau existe peut-être aux environs de Mitweyda, entre la rivière de Zschoppau et la Mulde de Zwickau; mais il est dérobé à la vue par une roche dite *Eurite* ou *Weisstein*, roche que tout porte à regarder comme la plus ancienne de celles qui se présentent aux yeux de l'observateur dans ce troisième groupe. On reconnoîtra sur la carte les diverses inclinaisons de l'Eurite et des roches qui lui sont superposées, autour de Mitweyda, dans un espace qui seroit circonscrit, au nord, par une ligne allant de Nossen à Rosswein et Colditz; à l'ouest, par une ligne tirée de Colditz à Rochlitz, Waldenburg et Zwickau; au sud, par une ligne parallèle à la limite septentrionale du second groupe, laquelle s'étend de Zwickau à Oederan; à l'est, par une ligne parallèle à la limite occidentale du premier groupe, laquelle s'étend de Oederan à Nossen.

CARTES, Planches 1 à 3.

Troisième groupe.

Jetons un coup-d'œil rapide sur les trois groupes ou systèmes de gisement.

Coup-d'œil sur les trois groupes.

Dans le premier groupe, la roche la plus généralement répandue est le gneiss, qui renferme ou supporte plusieurs autres roches primitives. D'un côté, les bancs des roches s'inclinent en général vers le troisième groupe; de l'autre, vers le second; au nord et à l'est, vers le cours de l'Elbe. En plusieurs endroits, le schiste micacé et le schiste argileux présentent, au-dessus du gneiss, un gisement régulier ou concordant. Non loin des rives de la Müglitz, qui se jette dans l'Elbe au-dessous de Pirna, on observe sur le schiste primitif un granite récent qui paroît être contemporain de la syénite; des bancs subordonnés de quartz dans le granite, dans le gneiss et dans le schiste argileux, de porphyre dans le gneiss, de roche calcaire dans le gneiss, le schiste micacé et le schiste argileux, de trapp et de schiste siliceux dans le schiste argileux, d'anthracite dans le porphyre, sont indiqués sur l'espace que comprend le premier groupe. Le terrain de transition ne s'y montre que sur la limite occidentale, entre Nossen et Oederan : là, il supporte un terrain secondaire dans le sein duquel est ouverte une exploitation de houille. Le même terrain secondaire se présente encore vers l'est du premier groupe, entre Tharand et Dresde. Des roches d'une formation postérieure à

CARTES, Planches 1 à 3.

celle de la houille qui est exploitée en cet endroit, s'avancent çà et là de Tharand vers Freyberg, jusqu'à Niederschœne, où il existe une exploitation de houille récente, dans un grès récent. Ce même grès se présente fréquemment sur les rives de l'Elbe, qui offrent aussi un calcaire secondaire, aux environs de Plauen et de Dresde. Plusieurs sommités basaltiques s'élèvent, d'un côté, sur une ligne allant de Herzogswalde, village situé entre Freyberg et Dresde, à Altenberg, ville célebre par ses mines; de l'autre, vers le nord-est de Seifen.

On distinguera, dans le premier groupe que nous venons de considérer, divers gîtes de minerais et diverses exploitations de mines; les uns et les autres sont indiqués sur la carte, principalement autour de Freyberg, d'Altenberg et de Zinnwald, avec les détails mentionnés dans l'explication des signes.

Le second groupe, dont les limites sont indiquées ci-dessus, renferme diverses roches primitives appliquées sur le granite, et offrant un gisement régulier ou concordant. Ces roches, qui sont principalement le gneiss, le schiste micacé et le schiste argileux, s'inclinent, d'un côté, vers la limite commune du premier et du second groupe, comme on le voit, par exemple, auprès de Zoeblitz et de Zschoppau; de l'autre côté, elles s'inclinent vers la limite commune du second et du troisième groupe, comme on le voit entre Zschoppau et Schneeberg. En comparant ces diverses inclinaisons avec celles des deux groupes contigus, on peut reconnoître sur la carte les indications suivantes : entre le premier et le second groupe, il se trouve, à-peu-près sur le cours de la Flœhe, un bassin dont les parois opposées, aussi bien que le fond, offrent aux yeux de l'observateur un terrain primitif; mais entre le second et le troisième groupe, de même qu'entre celui-ci et le premier, un bassin assez large s'étend depuis les montagnes situées au sud-ouest de Nossen, en passant par Hainichen, Franckenberg, Chemnitz et Lichtenstein, jusqu'à Zwickau, bassin dont les parois opposées offrent aussi aux yeux un terrain primitif, tandis que le fond présente un terrain de transition qui couvre le primitif, et un terrain secondaire appliqué sur le terrain de transition.

Remarquons en passant que, dans ce terrain de transition, les roches indiquées par les signes de schiste argileux et de grauwacke [5], [6] ren-

ferment souvent le schiste siliceux en bancs interposés ou *subordonnés*. C'est par ce motif qu'il a paru suffisant de rappeler cette dernière roche sur la légende, sans en exprimer le signe *(k)* sur la carte. D'un autre côté, un porphyre sur le gisement et l'époque duquel il reste des doutes, est indiqué dans le bassin sus-mentionné, auprès de Hohenstein et de Chemnitz, comme une roche de transition, par la lettre *p*; mais ce porphyre fait peut-être partie de la formation de grès ancien, que présente le terrain secondaire; il n'est que rappelé sur la carte aux lieux indiqués, et la légende n'en fait pas mention. Au reste on consultera, tant à ce sujet que sur un grand nombre d'autres détails, l'ouvrage déjà cité de M. de Bonnard. — CARTES, Planches 1 à 3.

On peut conclure de ce qui précède, que, sur la limite commune des deux premiers groupes, qui correspond à-peu-près au cours de la Flœhe, le terrain primitif se trouvoit établi à un niveau trop élevé pour que les dépôts d'une époque postérieure pussent parvenir à le couvrir, tandis que ces dépôts ont rempli de roches de transition, et quelquefois de roches secondaires, l'espace qui se trouvoit à un niveau inférieur entre le second et le troisième groupe, de même qu'entre le troisième et le premier. Quelques sommités basaltiques s'élèvent dans le second groupe, auprès d'Annaberg, de Johann-Georgen-Stadt, de Pressnitz et de Catharinenberg.

Dans ce même groupe, on remarquera un grand nombre de gîtes de minerais et de mines célèbres sur les pentes du *Keilberg*, presque tout autour, et à des distances plus ou moins considérables de ce point le plus élevé de la carte. Il nous suffira de rappeler aux mineurs les noms de Marienberg, Annaberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer, Schneeberg, Eybenstock, Johann-Georgen-Stadt, Abertham, Joachimsthal, Bleystadt et Zinnwald. La carte en dira davantage sur chacune de ces grandes exploitations, ainsi que sur toutes celles qui s'y trouvent indiquées. Gîtes de minerais et mines.

Le même motif, joint aux détails déjà présentés concernant les deux premiers groupes, nous dispense de nous arrêter plus long-temps sur le troisième, dans lequel il n'existe d'ailleurs que deux exploitations peu considérables de mines; elles sont situées l'une auprès de Rosswein, et l'autre auprès de Hohenstein.

CARTES, Planches 1 à 3.

Coup-d'œil sur la Bohême.

Si, après avoir considéré principalement la partie saxonne du Erzgebirge, on jette un coup-d'œil sur la partie de la Bohême qui s'étend vers le sud-est de la carte, il sera facile d'y remarquer, à l'aide de la notation adoptée, plusieurs indications dont les détails se trouvent, soit dans les ouvrages que M. Reuss a publiés en allemand sur cette contrée, soit dans quelques autres ouvrages étrangers. Ainsi, par exemple, on lira sur la carte que le granite observé à Carlsbad, à Eger et à Schlackenwald, se présente, servant de base à quelques autres roches primitives, jusqu'aux environs de Jechnitz à l'ouest de Rakonitz. Plus loin, on reconnoît deux formations distinctes de grès; dans la plus récente, il existe de nombreuses exploitations d'un combustible fossile qui paroît se rapprocher du lignite. Une formation de calcaire secondaire s'étend sur les rives de l'Eger, depuis Laun jusqu'à l'Elbe, dont la rive droite présente souvent la même roche depuis Melnik jusqu'à Leitmeritz.

Mittelgebirge.

Les sommités basaltiques que nous avons vues ne se présenter que çà et là dans la partie saxonne, sont fréquentes dans la Bohême, et sur-tout dans le Mittelgebirge. Cette dernière contrée, et celle qui s'étend au nord-est de Leitmeritz, offrent abondamment le schiste porphyrique auprès du basalte.

Dans le Mittelgebirge, on observe, non loin de ces roches et des mines de combustible fossile, de fréquens dépôts de scories terreuses et de jaspe porcellanite; des sources d'eaux minérales y sont connues en plusieurs lieux, depuis Toeplitz jusqu'auprès de Laun. Le terrain d'alluvion s'y montre fréquemment non loin de la rive gauche de l'Eger, et il s'étend sur la rive droite, au sud de Saatz et ailleurs; enfin des exploitations de grenats sont en activité sur la rive gauche de l'Eger, entre Laun et Leitmeritz. Nous n'entrerons pas dans plus de détails concernant cette multitude de faits; qu'il nous suffise d'en avoir réuni les indications. Puissent-elles, en éveillant de nouveau la curiosité des observateurs, contribuer à répandre plus de lumières sur les points les plus contestés de la géognosie!

CHAPITRE III.

DES INSTRUMENS ET DES OPÉRATIONS DE LA GÉOMÉTRIE SOUTERRAINE.

LEVÉ DES PLANS.

Objet de la géométrie souterraine.

C'EST par le secours de la géométrie que le mineur étudie la situation des gîtes de minerais, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur du terrain, détermine les relations diverses des gîtes et des roches, et se met en état de diriger les percemens vers un but jugé convenable, soit à partir de la surface du terrain, soit dans son intérieur. Ici nul principe théorique dont l'application ne soit commune à l'art des mines, et à tous les arts qui emploient les méthodes graphiques, pour un genre quelconque de construction; mais à l'égard de la pratique, on peut établir les distinctions suivantes, parmi les opérations géométriques du mineur:

1.° Les unes, ainsi que les instrumens qu'elles exigent, sont absolument les mêmes pour l'art des mines et pour plusieurs autres arts;

2.° Les autres sont particulières à l'art des mines, et s'exécutent à l'aide d'instrumens propres à tous les cas de géométrie qui sont distingués des cas ordinaires par la dénomination de *géométrie souterraine.*

Les opérations de la première classe sont : *(a)* d'abord les levés de plans généraux ou spéciaux, à la surface du terrain, pour lesquels on emploie, selon l'exigence des cas, tantôt le cercle répétiteur dans la grande triangulation, tantôt le graphomètre, tantôt la planchette, tantôt enfin la boussole dans les détails; et en second lieu, *(b)* les nivellemens au jour, qui s'exécutent le plus souvent avec des mires de différentes constructions, soit à l'aide des niveaux à bulle d'air, soit à l'aide des niveaux d'eau, et rarement à l'aide du niveau gradué ou demi-cercle à pinnules, que le mineur emploie quelquefois pour cet objet.

C'est dans les ouvrages consacrés à la pratique de la trigonométrie qu'il faut chercher les détails de ces opérations. Le cadre de celui-ci ne nous permet pas de nous y arrêter; ainsi, dans ce qui va suivre, nous

Levé des plans. admettons qu'on sait se procurer, par les méthodes ordinaires, les plans et nivellemens de la surface du terrain, quand il en est besoin.

Les opérations particulières à l'art des mines ont pour objet de mesurer les espaces souterrains, excavés ou non, de déterminer la correspondance qu'ils ont entre eux et avec des points considérés au jour, et par-là de prescrire au mineur la route qu'il doit se frayer pour établir les communications les plus avantageuses, soit d'un point intérieur à un autre point intérieur, soit d'un point intérieur à un point extérieur, soit enfin d'un point extérieur à un point intérieur.

Instrumens. Les instrumens de la géométrie souterraine sont:

1.° La *boussole*, qui, dans les cas fréquens où l'on n'a pas à redouter le voisinage du fer, est employée pour mesurer la *direction* (définie plus haut) d'un gîte de minerais ou d'une ligne quelconque;

2.° Le *demi-cercle gradué*, qui sert à mesurer l'inclinaison;

3.° La *chaîne* ou le *cordon*, propre à mesurer immédiatement la distance d'un point à un autre;

4.° Dans les cas où le voisinage du fer est à craindre, on emploie les *plaques* ou *rondelles graduées*, que l'on substitue à la boussole, en se servant d'ailleurs des autres instrumens ci-dessus;

5.° Pour les mêmes cas, on peut employer les *planchettes carrées*, que l'on substitue aux rondelles graduées, ainsi que le graphomètre ordinaire;

6.° Pour les mêmes cas, le graphomètre souterrain, par sa construction particulière, est propre à mesurer en même temps la direction et l'inclinaison; ou bien enfin, la *chaîne* et le *cercle gradué* peuvent suffire pour déterminer l'inclinaison et la direction d'une suite quelconque de lignes, dans une mine où le fer interdit l'emploi de la boussole.

Les instrumens qui viennent d'être rappelés s'emploient indifféremment à l'intérieur et à l'extérieur, avec cette seule différence que, pour faire usage de la boussole et du cercle gradué à l'extérieur, on joint à l'attirail un *viseur à pinnules*, garni soit d'une simple corde à laquelle on peut suspendre alternativement la boussole et le demi-cercle gradué, soit d'une corde pour celui-ci et d'une tablette pour celle-là. Jetons un coup-d'œil sur ces instrumens.

Parmi les boussoles employées dans les mines, les unes, peu usitées, portent un limbe divisé en 360 degrés, ou plutôt en quatre parties, dont chacune comprend 90 degrés; de sorte que *0 (zéro)* se trouve à chacune des extrémités de la ligne marquée N, S *(nord, sud)* sur la boussole, et *90* à chacune des extrémités de la ligne marquée E, O *(est, ouest)*: les autres, d'un usage à-peu-près général dans les mines les plus célèbres, sont graduées en heures, et le plus souvent en deux fois douze heures. Il nous suffira de considérer une boussole de cette dernière espèce, pour expliquer l'emploi de tout instrument analogue. *(Voyez* pl. 4, division I°, *fig. 1 à 3.)*

Boussole.

Le limbe de la boussole du mineur est divisé en 24 espaces, dont chacun comprend 15 degrés de la circonférence; c'est un tel espace qu'on appelle *heure.* Sur le limbe on compte deux fois douze heures, ainsi que nous allons le voir.

Graduation.

Le plan circulaire, au centre duquel l'aiguille aimantée joue sur son pivot, est partagé en quatre quarts de cercle, par deux lignes droites: la première de ces lignes est marquée de la lettre N *(nord)* à l'une de ses extrémités, et de la lettre S *(sud)* à l'autre bout; la seconde ligne est marquée des lettres E, O *(est, ouest)* dont chacune correspond à une extrémité. L'observateur doit toujours tenir la boussole de manière que, la ligne N S étant dans la direction qu'il se propose de suivre, le point N soit le plus éloigné de lui et le point S le plus près; alors il voit le point E *(est)* à sa gauche, et le point O *(ouest)* à sa droite. Cette notation renversée de l'est et de l'ouest sera expliquée plus tard par l'emploi de l'instrument.

A chacune des deux extrémités N, S, correspond le nombre *12*, marqué sur le limbe de la boussole; à chacune des deux extrémités E, O, correspond le nombre *6*. La boussole étant dans la position qui vient d'être indiquée, l'observateur voit sur le limbe les nombres écrits, d'heure en heure, depuis *1* jusqu'à *12*, mais de telle manière qu'en partant du point *12* N, il lit, en descendant de droite à gauche, la suite naturelle *1, 2, 3, &c.*, jusqu'à *12* S, et qu'en remontant, à partir de ce dernier point, il lit, de gauche à droite, la même suite jusqu'à *12* N. Il résulte de cette graduation, qu'un même nombre

LEVÉ DES PLANS. correspond toujours, sur le limbe, aux deux extrémités d'un même diamètre.

Chaque heure est divisée en huit parties, dont chacune peut encore être subdivisée en quatre par l'œil de l'observateur, au moyen des pointes de l'aiguille aimantée; des deux extrémités de cette aiguille, celle qui se tourne constamment vers le nord, sauf la déclinaison, est distinguée de celle qui se tourne vers le sud; la première offre une teinte bleue.

Rapporteur. Une telle boussole est susceptible d'être tantôt placée dans une boîte dite *rapporteur*, dont le fond est un plan rectangulaire, propre à servir de règle sur une table, tantôt supendue dans un *support à crochets*, de manière que, dans les deux cas, la boussole, proprement dite, conserve la position horizontale qui est nécessaire au jeu de l'aiguille. Ainsi, cet instrument, dans lequel l'aiguille aimantée représente constamment (sauf l'inclinaison que l'on néglige) une ligne horizontale considérée dans le méridien magnétique, est propre à exprimer, en heures et en fractions d'heure, l'angle quelconque que la ligne N S (où *12-12*), toujours horizontale, peut faire avec la direction du méridien magnétique.

Emploi de la boussole. L'emploi de la boussole va faire sentir pourquoi, dans la graduation de cet instrument, on place les signes *est*, *ouest*, en sens inverse de la position que ces points cardinaux occupent réellement par rapport au *nord* et au *sud*, et pourquoi les chiffres qui distinguent les *heures* sont écrits de droite à gauche, à partir du point *12* N.

S'agit-il, par exemple, de mesurer la direction d'un filon ou d'une couche, soit à son affleurement au jour, soit en un lieu quelconque où le gîte soit visible sur une certaine étendue? l'observateur place la boussole devant lui horizontalement et ainsi qu'il a été dit plus haut, ayant soin que la ligne N S (ou *12-12*) soit parallèle au mur et au toit du gîte. Il remarque alors, 1.° sur quelle heure et quelle fraction d'heure l'aiguille aimantée s'arrête; 2.° dans quel demi-cercle est située l'extrémité bleue (ou *nord*) de l'aiguille, à droite ou à gauche de la ligne N S.

Supposons que l'aiguille soit arrêtée sur le chiffre *3*, et que son extré-

mité bleue soit dirigée entre N et E de la boussole, l'observateur exprime ainsi le résultat de son opération : LEVÉ DES PLANS.

1.° La direction du filon ou de la couche est *sur trois heures*; 2.° en l'observant, on alloit vers le nord-est.

Il est clair que la direction d'une ligne quelconque se mesurera de la même manière. Ainsi, au moyen des notations inverses que nous avons remarquées ci-dessus, il suffit de lire, sur le cercle de la boussole, les caractères qu'indique l'aiguille, pour les appliquer de suite à la position de la ligne N S, et par conséquent à la direction qu'il s'agit de déterminer. En effet, c'est l'aiguille qui est la véritable ligne magnétique *nord-sud*, dont la ligne *12-12* porte cependant la notation N S; l'heure indiquée par les extrémités de l'aiguille n'exprime pas la position du méridien magnétique, mais seulement la mesure de l'angle que la direction cherchée fait avec ce méridien. Or, il est évident que la valeur de cet angle est la même, quelle que soit, parmi les deux lignes N S et *3*, celle d'où l'on commence à compter dans le cas dont il s'agit; ainsi aux extrémités de l'aiguille, on doit lire ce qui convient à la ligne N S, comme aux extrémités de celle-ci on lit ce qui convient à l'aiguille : de là ces notations inverses qui facilitent l'observation, sans nuire à son exactitude. Notations inverses.

Le demi-cercle gradué n'est autre chose qu'une plaque de laiton, susceptible d'être suspendue par son diamètre, parallèlement à une ligne qui représente l'inclinaison à mesurer. (*Voyez* pl. 4, div. I°, *fig. 4.*) Demi-cercle gradué.

Cette demi-circonférence est divisée en deux fois 90 degrés, de manière que le point *o (zéro)* se trouve à l'extrémité du rayon qui est perpendiculaire au diamètre de l'instrument, et le point *90* termine ce même diamètre à chacune de ces extrémités. Un *fil à plomb* est fixé sur le centre de la demi-circonférence, de sorte que, si l'on place le diamètre horizontalement, le poids suspendu à ce fil correspond au point *zéro*. Dès qu'on incline le diamètre, la ligne du fil à plomb, qui reste toujours verticale, fait un angle quelconque avec le rayon perpendiculaire au diamètre, c'est-à-dire, avec la ligne désignée par *o*, sur le limbe de l'instrument.

LEVÉ DES PLANS.

Or, on sait par les élémens de géométrie que cet angle est toujours égal à celui que le diamètre de l'instrument fait avec une ligne horizontale, considérée au-dessous de lui dans un même plan vertical, et par conséquent à l'inclinaison cherchée. Ainsi, pour connoître cette inclinaison quelconque, il suffit de lire, sur le demi-cercle gradué, combien il se trouve de degrés et de fractions de degré entre *o* et le point auquel correspond l'extrémité inférieure du fil à plomb; le nombre qui désigne ce point exprime l'inclinaison en degrés et fractions de degré.

Cordon ou chaîne.

Le *cordon* est une petite chaîne en fil de laiton tordu, ordinairement longue de cinq toises ou de dix mètres, et exactement divisée et subdivisée. Quelle que soit l'unité de mesure, on ne sauroit trop en recommander la division décimale, qui facilite singulièrement les calculs. Plusieurs *poinçons* en laiton sont nécessaires pour fixer la chaîne par ses extrémités.

Exécution d'un *levé*.

C'est avec ce petit nombre d'instrumens que le mineur lève le plan de tout espace où il n'a pas à craindre le voisinage du fer; il exécute à-la-fois le nivellement correspondant, ainsi que nous allons le voir.

Considérons à cet égard l'intérieur d'une mine déjà en activité; de ce cas général, on conclura facilement par quelles opérations il convient de diriger les premiers percemens.

L'exécution du plan et des coupes verticales d'une mine comprend les parties suivantes :

1.° Il faut opérer, dans l'intérieur, de manière à former une suite de triangles rectangles tous situés verticalement, pour chacun desquels on connoisse sa direction relativement au méridien magnétique, et son hypothénuse, avec un angle adjacent. Dans un tel triangle, les côtés contigus à l'angle droit sont, l'un la projection horizontale, et l'autre la projection verticale de l'hypothénuse connue : on tient note exacte des observations faites à cet égard.

2.° Il faut résoudre par le calcul les triangles observés.

3.° Il faut *rapporter* sur le papier les résultats de l'observation et du calcul, de manière que les projections horizontales des hypothénuses forment le *plan*, et que leurs projections verticales forment les *coupes* demandées.

Voici comment on opère pour chacune de ces parties.

LEVÉ DES PLANS.

I.° Dans l'intérieur de la mine :

Stations.

1.° Ayant noté le point de départ, on tend la chaîne suivant une direction quelconque, et on la fixe par ses deux extrémités. C'est cette chaîne que l'on considère comme l'hypoténuse d'un triangle rectangle situé verticalement ; sa longueur entre les points de suspension est déterminée par la division qu'elle porte, soit en toises, pieds, &c., soit en mètres.

2.° On place alternativement sur la chaîne le cercle gradué et la boussole suspendue, de manière que le point N de celle-ci soit toujours tourné vers le point où l'observateur se propose d'aller. On note, ainsi que nous l'avons déjà vu, ce qu'indiquent ces deux instrumens ; ainsi l'on connoît, outre la longueur de l'hypoténuse, l'angle adjacent qui mesure son inclinaison, et la direction du triangle rectangle auquel il appartient.

3.° On note exactement si la chaîne tendue *monte* ou *descend* à compter du point de départ.

4.° On mesure immédiatement, s'il est nécessaire, l'espace qui environne les extrémités de la chaîne, et on le figure sur un *calepin d'observations ;* ceci est ordinairement facile, sur-tout dans les galeries et les puits, où il suffit le plus souvent, à cause de la symétrie des espaces, de remarquer sur quel côté d'un tel percement on a fixé chacune des extrémités de la chaîne.

L'ensemble des opérations qui viennent d'être indiquées, relativement à un triangle rectangle, considéré seul, est ce qu'on appelle une *station.*

Parvenu à la fin d'une telle station, on en commence une autre de la même manière, en partant du point où s'est terminée la première, et ainsi de suite. Pour réunir toutes les données nécessaires à la confection du plan et des coupes verticales d'une mine ou d'une étendue quelconque, il faut la parcourir entièrement, en faisant de semblables stations, dont on tient note ainsi qu'il suit.

Calepin d'observations.

Le calepin d'observations doit être divisé en colonnes verticales, dont les titres sont :

LEVÉ DES PLANS.

1.° Numéro de chaque station, dont les données s'écrivent, sur une même ligne horizontale, dans les colonnes ci-après ;

2.° Point cardinal duquel le pôle nord, c'est-à-dire, l'extrémité bleue de l'aiguille aimantée, s'est montré le plus voisin sur le limbe de la boussole, point à indiquer par l'une des lettres E, O, ou bien N, S;

3.° Heure et fractions d'heure, observées;

4.° Nombre des degrés et minutes indiqués par le demi-cercle gradué, avec une colonne accessoire où l'on écrit la lettre M, si la station est *montante,* et la lettre D, si elle est *descendante;*

5.° Longueur de la chaîne, entre les deux points extrêmes de la station;

6.° Remarques concernant les points de repère, les localités et les détails.

Calcul des stations.

II.° Passons à la résolution des triangles rectangles ainsi formés, dans lesquels il s'agit de chercher les deux côtés adjacens à l'angle droit.

Pour les calculs, il suffit de se rappeler que, dans tout triangle rectangle, si l'on désigne par A l'angle droit; par B et C, chacun des deux angles aigus; ainsi par B C l'hypoténuse, par A B, A C, les côtés adjacens à l'angle droit, R étant le rayon des tables de sinus, on a les équations que voici :

$$\log. AB = \log. BC + \log. \sin. C - \log. R;$$
$$\log. AC = \log. BC + \log. \sin. B - \log. R.$$

Ces équations donneront facilement les valeurs que nous cherchons, au moyen des tables de sinus et de logarithmes. Supposons que, dans le triangle rectangle qui correspond à l'une de nos stations, le côté A B soit la projection horizontale, et le côté A C la projection verticale de la chaîne; il est clair que l'angle B est l'angle mesuré immédiatement par le demi-cercle gradué, et que l'angle C, étant son complément, a pour *sinus* le *cosinus* de l'angle B: ainsi, à l'aide du calepin d'observations et des tables de sinus et de logarithmes, tout est connu dans les équations ci-dessus.

Exemple.

Soit, par exemple, $BC = 4^{\text{mètres}},2$;

Soit l'angle observé $B = 30$ degrés $15'$;

On trouvera, d'après les petites tables portatives, LEVÉ DES PLANS.

log. A B = (0,623249 + 9,936431 — 10) = (log. B C + log. cos. B — log. R) = 0,559680, d'où A B = 3^m,628;

log. A C = 0,325485, d'où A C = 2^m,116.

Après avoir résolu, par la même méthode, tous les triangles rectangles des stations portées sur le calepin mentionné ci-dessus, on est en état d'y ajouter les colonnes suivantes : Suite du calepin.

7.° Projection horizontale de la chaîne, dans la station correspondante ;

8.° Hauteur ou projection verticale de la même chaîne. Cette dernière colonne doit être divisée en deux parties, dans l'une desquelles on place les projections verticales *montantes*, tandis que, dans l'autre, on place les projections verticales *descendantes* : par ce moyen, on additionne plus facilement les *montantes* ensemble, et les *descendantes* ensemble, soit pour la totalité de l'espace mesuré, soit pour une portion seulement ; et soustrayant l'une de ces sommes de l'autre, comme cela se pratique dans tout nivellement, on détermine de combien un point quelconque est au-dessus ou au-dessous d'un autre.

III.° Au moyen d'un tableau qui contient les colonnes verticales mentionnées ci-dessus, depuis 1.° jusqu'à 8.°, et autant de lignes horizontales qu'il y a eu de stations, on rapporte les opérations sur le papier, ainsi qu'il suit : Confection du *tracé*.

Pour tracer le plan, on se sert de la même boussole qui a été employée dans la mine, avec cette seule différence, qu'elle est placée dans le *rapporteur* indiqué ci-dessus. Le papier étant convenablement fixé sur une table horizontale, immobile, et éloignée de tout objet en fer, on l'oriente par le moyen de cette boussole, et l'on construit l'échelle adoptée pour le tracé qu'on se propose d'exécuter ; ensuite on détermine sur le papier un point de départ, de manière que le reste de la feuille présente l'espace convenable dans le sens vers lequel on prévoit, d'après les observations, que le plan doit s'étendre. Cela fait, on pose la boussole sur le point de départ, de manière que la ligne droite ou règle qui termine le *rapporteur*, passe par ce point ; et que le Tracé du plan.

LEVÉ DES PLANS. point N de l'instrument soit toujours dirigé vers l'espace à parcourir, comme nous l'avons vu dans la mine. On fait tourner la boussole doucement autour du point de départ pris pour centre, jusqu'à ce que l'aiguille aimantée indique exactement l'heure observée dans la station dont il s'agit (voyez ci-dessus colonne 5.° du *tableau*); alors, par le point de départ, et suivant la règle du rapporteur, on tire une ligne droite sur laquelle il ne s'agit plus que de porter, à compter du point de départ et d'après l'échelle adoptée, la longueur trouvée ci-dessus (colonne 7.°) pour la projection horizontale de la station. L'extrémité ainsi déterminée sert de point de départ pour la seconde station, à l'égard de laquelle on agit comme nous venons de le voir. C'est ainsi que, *de station en station*, on trace une suite de lignes, dont l'ensemble est la projection horizontale de toutes les positions successives que la chaîne avoit dans l'opération souterraine. On peut donc, à l'aide des mesures et des notes qu'on a prises immédiatement, tracer autour de cette projection horizontale, considérée comme *directrice*, toutes les lignes propres à former le plan général des espaces à représenter.

Diverses applications. Supposons que le point de départ ait été pris au jour, à l'orifice d'une galerie ou d'un puits, et qu'on possède un plan exact de la surface du terrain; il sera facile, en opérant comme ci-dessus, de rapporter le plan des travaux souterrains, sur le plan même de la surface, de manière que d'un coup d'œil on saisisse leur corrélation. C'est par ce moyen qu'on peut vérifier si les travaux souterrains d'une concession se renferment dans ses limites superficielles; si tel ou tel bâtiment se trouve, ou non, au-dessus de telle ou telle excavation; si par un puits vertical partant d'un point connu à la surface, on atteindra, ou non, tel ou tel point des travaux intérieurs, &c. En un mot, c'est ainsi qu'on résout un grand nombre des problèmes de la géométrie souterraine; mais pour les résoudre tous, il est indispensable d'avoir le nivellement du terrain, au moins en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, et les coupes verticales ou profils des travaux souterrains.

Tracé des profils. Pour tracer un profil ou une projection verticale dite *coupe des travaux*, on commence par déterminer sur le plan la direction suivant laquelle on veut l'avoir: ordinairement on fait deux coupes, l'une sui-

vant la plus grande étendue des travaux, l'autre perpendiculairement à la première. Comme, dans les deux cas, et en général quelle que soit la direction de la coupe demandée, on procède absolument de la même manière, il nous suffira de considérer l'exécution d'un profil suivant la direction de la plus grande étendue des travaux. LEVÉ DES PLANS.

Parallèlement à cette ligne tracée sur le plan, on tire au-dessus de lui une ligne qui représente l'intersection du plan horizontal et du plan vertical de projection, c'est-à-dire, la base de la coupe; cela fait, du point de départ marqué dans le plan, et de l'extrémité de chacune des stations projetées horizontalement, ou du moins de l'extrémité des principales d'entre elles, on élève des perpendiculaires indéfinies qui coupent la ligne d'intersection des deux plans. Sur la perpendiculaire qui correspond au point de départ, on détermine arbitrairement la projection de ce point. A partir de cette projection, on mène, parallèlement à la base de la coupe, une ligne qui coupe, à angle droit, la perpendiculaire correspondant à l'autre extrémité de la première station; l'intersection de ces deux lignes fournit un point à partir duquel on porte sur la perpendiculaire indéfinie, et d'après l'échelle adoptée, la hauteur trouvée ci-dessus (colonne 8.°), pour l'extrémité en question, soit au-dessus, soit au-dessous du point de départ. Si la hauteur est *montante*, on la porte au-dessus du point déterminé; si elle est *descendante*, on la porte au-dessous. C'est ainsi que, *de station en station*, on peut tracer la projection verticale de toutes les positions que la chaîne avoit dans la mine. Il ne s'agit plus que de dessiner autour de chacune de ces projections, considérée comme *directrice*, les contours des ouvrages souterrains, ce qui s'exécute à l'aide des mesures et des notes prises dans la mine, ainsi que nous l'avons remarqué à l'égard du plan.

Dans un grand nombre de cas, la symétrie et le peu d'étendue des travaux souterrains permettent d'abréger considérablement le tracé du plan et des coupes; mais il est aussi beaucoup d'exploitations pour lesquelles, ainsi qu'on peut le voir par les exemples réunis dans notre Atlas, il est nécessaire de tracer plusieurs plans pris à différens niveaux, et plusieurs coupes prises en divers sens, si l'on veut présenter l'image

LEVÉ DES PLANS.

complète des travaux souterrains. Dans tous les cas, on opère comme il vient d'être dit.

Corrélation des *tracés*, &c.

Pour être utiles à la direction des travaux, les coupes verticales doivent présenter le profil exact du terrain superficiel, de même que les plans de l'intérieur doivent être dans une exacte correspondance avec le plan de la surface. Voyons sommairement comment le mineur agit à cet égard : pour plus de clarté, supposons qu'une seule galerie, dont le sol s'incline uniformément vers son orifice, soit représentée par un plan et par une coupe, comme nous venons de l'exposer; il s'agit de figurer exactement le terrain au-dessus de la coupe tracée; pour cela il faut :

Profil du terrain.

1.° Déterminer, à la surface, plusieurs points qui correspondent verticalement à des points connus, de la galerie; 2.° déterminer la hauteur de chacun des points, ainsi marqués à la surface, au-dessus de l'orifice, considéré comme point de départ; 3.° pour chaque point marqué à la surface, comme point correspondant à la galerie, il faut porter dans la coupe déjà tracée, à compter et au-dessus du point de départ, la hauteur qui convient à ce point d'après l'opération deuxième; enfin, 4.° il faut faire passer, par l'extrémité supérieure de ces lignes de hauteur, une ligne qui sera le profil demandé.

Modes d'opérer.

Supposons, pour abréger, qu'on ne cherche que la pente générale du terrain, depuis l'orifice au jour, jusqu'au-dessus de l'*extrémité obscure* de la galerie : alors il suffit de rapporter à la surface le point qui correspond à l'*extrémité obscure* du plan souterrain. Ce que nous dirons à l'égard de ce point, s'appliquera facilement à tout autre; et si le sol de la galerie est diversement incliné, il sera facile d'y avoir égard, comme dans tout nivellement, en faisant la somme des hauteurs *montantes* et celle des *descendantes*, pour soustraire la plus petite somme de la plus grande.

Divers cas.

Il convient ici de distinguer le cas où le terrain, situé au dessus de la galerie, offre une surface horizontale, terminée du côté de l'orifice par un plan vertical plus ou moins haut, et le cas beaucoup plus ordinaire où le terrain est inégalement montueux. Dans le premier cas, on peut, à compter du point de départ situé à l'orifice de la galerie, répéter sur le terrain chacune des stations qui ont été faites dans la mine; pour

cela il suffit, 1.° de replacer au jour la boussole sur la chaîne, absolument sur la même heure que marquoit cet instrument lors de l'opération souterraine, ce qu'indique le calepin d'observations; 2.° de mesurer sur le terrain, suivant cette direction, une distance qui soit égale à la projection horizontale de la première station, et ainsi de suite jusqu'à la dernière station dont l'extrémité donnera le point cherché. LEVÉ DES PLANS.

De cette manière on obtient, à la surface du terrain, toute la projection horizontale de la galerie. Si l'on ne veut rapporter au jour que son extrémité, ou l'un quelconque de ses points, on peut se contenter de tirer sur le plan une ligne de ce point au point de départ, de prendre l'heure de cette ligne avec la boussole, puis, sa longueur avec le compas, et d'opérer ensuite sur le terrain, à l'égard de cette ligne, ainsi que nous venons de le voir; mais quand le terrain est montueux, voici comment on procède, pour rapporter à la surface du terrain l'extrémité ou un point quelconque d'une galerie dont on a tracé le plan:

A partir de l'orifice de la galerie, point de départ de l'opération souterraine, on fait un nombre quelconque de stations successives dont l'ensemble se dirige vers l'espace où il est facile de prévoir, d'après les observations déjà faites, que doit se trouver le point cherché. Ces stations s'exécutent à la surface du terrain, et se notent absolument comme les stations souterraines.

La seule différence dans la manière d'opérer, c'est qu'ici, pour fixer la chaîne, on emploie des jalons, de la hauteur desquels il faut tenir compte, et l'on se sert d'un *viseur à pinnules*, pour y suspendre alternativement la boussole et le demi-cercle gradué, en se dirigeant d'un point vers un autre.

Parvenu à l'extrémité de la station qu'on présume devoir être la dernière, on plante en ce point un *piquet provisoire*. Cela fait, on rapporte, sur le plan des travaux souterrains, le plan de l'opération faite au jour, et par conséquent on peut mesurer, sur l'ensemble de ces deux plans, la distance qui s'y trouve entre le point extrême de la galerie indiquée sur le premier, et le piquet provisoire du second: en même temps, on peut noter l'heure et la direction qu'indique la boussole, sur la ligne qui joint ces deux points, la lettre N de l'instrument étant tournée vers

Levé des plans. l'extrémité connue de la galerie. Alors on retourne sur le terrain au piquet provisoire : là, on remet la boussole dans la direction qui vient d'être indiquée par le plan; on trace une ligne indéfinie sur le terrain, suivant cette direction, ligne qui passe par la trace du piquet provisoire, et on mesure l'inclinaison du terrain suivant cette ligne. Il ne s'agit plus que de résoudre un triangle rectangle situé verticalement, dans lequel on connoît un point de l'hypoténuse, qui est la place du piquet provisoire, un côté horizontal, qui est la distance mesurée sur le plan, et l'angle adjacent, qui est l'angle d'inclinaison du terrain. On calcule facilement la longueur de l'hypoténuse; on la porte sur le terrain dans le sens indiqué par la boussole, depuis la trace du piquet provisoire jusqu'en un point qui est le point cherché. Il correspond verticalement à l'extrémité de la galerie, si toutes ces opérations, souvent délicates, ont été faites avec l'exactitude qu'elles exigent.

Ce point étant connu à la surface du terrain, il est facile, d'après les stations qu'on a faites au jour pour y parvenir, de calculer quelle est sa hauteur verticale au-dessus du point de départ; c'est en agissant ainsi pour une suite quelconque de points, qu'on trace le profil du terrain au-dessus du profil d'une mine.

Inconvéniens de la boussole.

La boussole, cet instrument si commode pour le mineur, est sujette à des inconvéniens plus ou moins capables d'altérer l'exactitude des opérations qui viennent d'être exposées, même lorsqu'on n'a pas à craindre le voisinage du fer. Il ne suffit pas, pour rapporter les stations souterraines, soit sur le papier, soit sur le terrain, d'employer la même boussole que dans la mine, et de ne choisir qu'un temps calme pour opérer à la surface; il faut encore, autant qu'il est possible, rapporter les observations aux mêmes heures qu'on les a faites, à cause de la variation diurne de l'aiguille aimantée. De plus, les variations qu'éprouve la déclinaison dans un même lieu, peuvent faire craindre qu'après un certain laps de temps, le tracé le plus exact ne soit devenu faux, si l'on ne s'est pas souvent assuré les moyens de convertir les directions magnétiques en directions vraies, ce qui exige une méridienne tracée avec la plus grande exactitude sur le terrain, et rapportée sur chacun des plans de mine. Ce n'est pas tout; voici d'autres inconvéniens qu'on reproche à la boussole.

1.° pour représenter ce qui concerne une station quelconque, il faut avoir déjà calculé et représenté toutes les stations précédentes; 2.° l'erreur la plus légère dans le tracé d'une seule des stations ainsi représentées *bout à bout*, peut rendre faux tout le tracé; 3.° quand on emploie les méthodes exposées, ainsi que cela se pratique ordinairement, il devient très-difficile de vérifier, à une époque quelconque, la position d'un point considéré seul. LEVÉ DES PLANS.

Un habile ingénieur des mines de Freyberg, M. Scheidhauer, a proposé de remédier à une partie de ces inconvéniens, par la méthode que nous allons rappeler. Méthode de *Scheidhauer.*

Qu'on se figure le point connu de départ comme représenté par l'intersection de trois plans, dont l'un soit un méridien solaire, l'autre un plan vertical perpendiculaire à ce méridien, et le troisième un plan horizontal perpendiculaire aux deux premiers.

Il s'agit, dans la méthode de M. Scheidhauer, 1.° de déterminer, pour chacun des points extrêmes de chacune des stations, à quelle distance il se trouve de chacun des trois plans indiqués; 2.° de porter tous ces résultats sur un tableau, de sorte qu'on puisse, dans tous les temps, n'y prendre que ceux qui seront nécessaires pour tracer telle ou telle partie du plan et des coupes que leur ensemble mettroit à même de tracer en entier.

Voici comment s'exécute l'opération: on commence par faire les stations avec la chaîne, la boussole et le demi-cercle gradué, absolument comme il a été dit plus haut, et l'on réduit chacune des directions observées en *direction vraie*, d'après la déclinaison observée de l'aiguille aimantée.

Les résultats dont on a tenu note mettent l'observateur en état de calculer aussi les mêmes triangles rectangles que ci-dessus: il parvient donc, par le calcul, à connoître, de position et de longueur, la projection horizontale de chacune des chaînes ou stations, ainsi que sa projection verticale. Nous appellerons la première la *base* et la seconde la *hauteur*, comme l'a fait M. Scheidhauer. Considérons maintenant une seule de ces bases, par exemple celle dont l'une des extrémités est le point de départ *(b)* et l'autre est le premier point de la seconde station *(c)*;

LEVÉ DES PLANS. sur cette base *(b c)* comme hypoténuse, on peut construire un triangle rectangle *(a b c)* ayant son angle droit en un point *a*, de sorte que les deux côtés contigus à cet angle soient, l'un une ligne horizontale *(a c)* parallèle au méridien solaire qui passe par *b*, l'autre une ligne horizontale *(a b)* considérée dans le plan vertical qui est perpendiculaire à ce méridien et qui passe aussi par *b*, ainsi que nous l'avons déjà indiqué.

Il est clair que de ces côtés *ab*, *ac*, l'un *(a b)* mesure la distance qui se trouve entre le méridien solaire et le premier point de la seconde station (qui est le dernier point *c* de la première), tandis que l'autre côté *(a c)* mesure la distance qu'il y a entre ce même point *(c)* et le plan vertical qui est perpendiculaire au méridien. Or, on connoît, par le moyen de la direction vraie ou réduite, l'angle *b* que la base *b c*, prise pour hypoténuse, fait avec le premier de ces côtés *(a b)*; ainsi, on est en état de résoudre le triangle rectangle *a b c* que nous venons de considérer. Dans ce triangle, le côté que nous avons désigné par *a b* est proportionnel au sinus de la direction vraie; et l'autre côté *(a c)* est proportionnel au cosinus. M. Scheidhauer appelle le premier la *longitude*, et le second la *latitude* du point *c*. La hauteur de ce même point, au-dessus du plan horizontal passant par le point de départ, est connue au moyen du premier triangle rectangle; ainsi, la position du point cherché est déterminée par rapport à trois plans. En opérant de la même manière sur le point extrême de chacune des stations, on peut dresser un tableau divisé en colonnes, dont les titres seront tels que M. Lempe les a proposés, d'après la méthode de M. Scheidhauer, savoir :

Tableau proposé. 1.° Numéro des stations depuis le point de départ représenté par *o* *(zéro)*;

2.° Longueur de la chaîne correspondante;

3.° Angle d'inclinaison de la chaîne, en montant ou en descendant;

4.° Direction observée d'après l'aiguille aimantée;

5.° Direction réduite par rapport au méridien solaire;

6.° Base calculée (projection horizontale du cordon);

7.° Sinus-direction, ou longitude, c'est-à-dire, distance positive ou négative du point cherché, par rapport au méridien solaire;

8.° Cosinus-direction, ou latitude, c'est-à-dire, distance positive ou négative du point cherché, par rapport au plan vertical qui est perpendiculaire au méridien solaire; LEVÉ DES PLANS.

9.° Hauteur, ou distance positive ou négative du point cherché, par rapport au plan horizontal;

10.° Observations.

Quand on a réuni sur un semblable tableau les résultats d'observations et de calcul qui se rapportent à une suite de points, on peut déterminer isolément la position que doit avoir l'un de ces points, sur le plan, sur le profil et sur la coupe transversale, soit par rapport au point de départ, soit par rapport à un autre point connu de position: il suffit, pour cela, de calculer la somme des longitudes, latitudes et hauteurs, tant positives que négatives, depuis le point connu jusqu'au point cherché. Comparaison des méthodes.

Nous avons indiqué les avantages de cette méthode; elle n'est point exempte d'inconvéniens; car, elle ne dispense pas plus de l'emploi de la boussole, que la méthode ordinaire; par conséquent, elle participe, comme elle, des imperfections de l'instrument: en second lieu, comme elle nécessite plus de calculs, une erreur de l'instrument, ou de l'observateur, peut se perpétuer et se multiplier à travers tous les calculs.

La présence du fer, qui est également contraire à l'application des deux méthodes, n'est malheureusement pas toujours reconnoissable au premier coup d'œil. Outre les minerais ferrifères qui sont susceptibles de troubler l'aiguille aimantée, il est plusieurs substances, telles que certains granites, certaines serpentines, quelques basaltes, et plusieurs sortes de laiton, qui agissent sur elle. C'est ce qui, depuis long-temps, fait desirer au mineur de pouvoir remplacer la boussole par un instrument qui soit aussi commode qu'elle, et plus rassurant. Moyens contre le fer.

Les *rondelles graduées* sont, jusqu'à présent, ce que le mineur substitue le plus fréquemment à la boussole. (*Voy.* pl. 4, *fig.* 5.) Une semblable *rondelle* consiste, 1.° en une plaque circulaire de laiton, dont le limbe est divisé comme celui de la boussole, avec cette différence que, dans la graduation des *rondelles*, les points *est, ouest* (E, O) sont placés dans leur ordre naturel, relativement à la ligne N S, et que les chiffres qui Rondelles graduées.

distinguent les heures sont écrits de gauche à droite à partir du point 12 N, point que nous supposons le plus éloigné de l'observateur; 2.° en deux règles de longueur différente, qui sont traversées par le même axe que la plaque. L'une de ces règles, située sur le côté gradué de l'instrument, ne s'étend que depuis le centre jusqu'à la circonférence, qu'elle déborde un peu; nous l'appellerons l'*indicateur de la rondelle;* l'autre, placée sous la plaque, déborde le diamètre par chacune de ses extrémités; nommons-la le *support.* Chacune de ces trois pièces est susceptible de tourner seule autour de l'axe commun, les deux autres étant fixées comme nous allons le voir. On peut fixer le *support* sur une planche par deux vis, au moyen de deux trous que portent ses extrémités; on peut fixer la *plaque graduée* sur le support, par deux vis de pression dont celui-ci est garni, et qui portent des mentonnets propres à contenir le bord de la circonférence, en deux points diamétralement opposés; on peut fixer l'*indicateur,* au moyen d'un trou que porte son extrémité libre, si l'on y fait passer le bout d'une chaîne dont l'autre bout soit déjà fixé. Voici comment on emploie ces rondelles; il est nécessaire d'en avoir deux pour opérer.

Emploi des rondelles.

Il faut d'abord s'éloigner assez des objets qui troublent l'aiguille aimantée, pour pouvoir déterminer, par son moyen, la direction d'une première station. En un tel endroit, on tend la chaîne de manière que l'une de ses extrémités soit fixée sur le point de départ, et l'autre sur l'indicateur d'une rondelle placée convenablement. Alors on fait tourner la plaque graduée, jusqu'à ce que l'indicateur marque, sur le limbe, la même heure qu'une boussole appliquée sur la chaîne, et aussitôt on serre les vis de pression, afin que la plaque ne puisse plus tourner sur le support. Après avoir mesuré l'inclinaison et la longueur de la chaîne, comme à l'ordinaire, on tient note du tout, ainsi que nous l'avons déjà vu.

Laissant la première rondelle au point où nous venons de la voir, plaçons la seconde au point où doit aboutir la station suivante: alors, ayant détaché le bout de la chaîne qui étoit fixé sur le point de départ, amenons ce même bout vers la seconde rondelle, pour l'attacher à l'extrémité de son indicateur, qui, par-là, se trouve fixé. Comme l'indicateur de la première rondelle a suivi la chaîne dans son mouvement

autour du centre, la chaîne se trouve ainsi tendue, de l'extrémité d'un indicateur à l'extrémité de l'autre. Qu'on observe, en ce moment, l'heure que marque l'indicateur de la première rondelle; c'est évidemment l'heure qu'indiqueroit une boussole, pour la direction de la seconde station, puisque nous n'avons pas dérangé la plaque graduée. On transporte cette heure sur la seconde rondelle, en faisant tourner sa plaque graduée, ainsi que nous l'avons expliqué, et en l'arrêtant au point convenable, sous son indicateur. Après avoir opéré comme dans la station précédente, à l'égard de l'inclinaison et de la longueur de la chaîne, on enlève la planche qui porte la première rondelle, et on va la fixer au point qui doit terminer une troisième station. L'indicateur de la seconde rondelle suit la chaîne, tandis que sa plaque graduée reste fixe : ainsi, tout ce qui a été dit ci-dessus se répète pour cette station et pour chacune des suivantes. Il en résulte que le calepin d'observations contient les mêmes données que si l'on avoit toujours employé la boussole, et, par conséquent, on peut établir les mêmes calculs que ci-dessus. L'opération peut être rapportée sur le papier, soit à l'aide de la boussole, soit à l'aide d'un rapporteur circulaire et gradué comme les rondelles. LEVÉ DES PLANS.

Au lieu des rondelles graduées, dont l'usage est très-minutieux, on emploie quelquefois de simples planchettes garnies chacune d'une feuille de papier, sur laquelle on trace, par des lignes, au lieu de l'exprimer par des nombres, l'angle que forment les projections horizontales de deux stations consécutives ; il est facile de transporter ce même angle sur le plan à exécuter, en découpant la feuille de papier sur laquelle il se trouve. On verra, d'après tout ce qui précède, comment il convient d'opérer en pareil cas, et comment on opéreroit, si l'on se servoit du graphomètre ordinaire pour déterminer la direction des stations successives. Planchettes.

Quelquefois aussi on se contente d'employer la chaîne et le cercle gradué, pour faire le plan et le nivellement. Voici quelle est alors la marche de l'opération : Chaîne et cercle gradué.

Représentons-nous deux chaînes consécutives, se réunissant en un point *(x)*, où elles forment un angle qu'on évitera de faire très-obtus, et Opérations du levé.

LEVÉ DES PLANS. supposons que l'une des chaînes soit déjà orientée par les moyens indiqués plus haut. A partir du sommet de l'angle x, on mesure, sur chacune des chaînes, une même longueur $= a$; par les deux points ainsi déterminés, on se figure une ligne droite (b), dont on mesure la longueur le plus exactement possible; il faut ensuite mesurer, comme à l'ordinaire, la longueur et l'inclinaison de chacune des chaînes. La ligne droite b est inclinée, à moins que les deux chaînes ne soient horizontales, auquel cas l'opération est trop simple pour que nous nous y arrêtions; ainsi, nous supposons les chaînes inclinées. A l'égard de chacune d'elles, le triangle rectangle, qui est formé par la longueur de la chaîne considérée comme hypoténuse, par sa projection verticale et par sa projection horizontale, est semblable à celui qui est formé par la portion (a) mesurée sur cette longueur, et par les deux projections de a; il est donc facile, au moyen du cercle gradué, de déterminer celles-ci à droite et à gauche de l'angle (x) formé par les chaînes. On porte les longueurs de ces projections sur le calepin; il en résulte qu'on trouve facilement de combien l'extrémité de chacune des portions de ligne (a) est au-dessus ou au-dessous d'un même plan horizontal, passant par l'angle x, et, par conséquent, de combien l'une des extrémités de la ligne b est au-dessus ou au-dessous de l'autre extrémité. Soit c cette hauteur connue, c'est-à-dire, la projection verticale de la ligne b, et nommons d la projection horizontale de cette même ligne: il ne s'agit que de résoudre un triangle rectangle dont on connoît l'hypoténuse (b) avec un côté (c), et dont on trouvera l'autre côté (d), en appliquant l'équation suivante: $b^2 = c^2 + d^2$, d'où $d = \sqrt{b^2 - c^2}$, et. . . . . $\log. d = \frac{\log. (b + c) + \log. (b - c)}{2}$.

Exécution du tracé. Tous les calculs étant faits et les résultats étant portés sur un tableau indiqué ci-dessus, on tracera le plan des opérations ainsi qu'il suit : soit la première chaîne rapportée sur le papier par le moyen de sa projection horizontale connue, et soit le point correspondant de la ligne droite b marqué sur cette projection en p; du point p, avec une ouverture de compas égale, d'après l'échelle adoptée, à la ligne d trouvée ci-dessus, on décrit un arc de cercle indéfini; du point x, c'est-à-dire, de l'extré-

mité de la chaîne déjà projetée, et avec une ouverture de compas égale à la projection horizontale de la portion *a* considérée sur la seconde chaîne, on décrira un autre arc de cercle qui coupe le premier : par le point d'intersection des deux arcs et par le point *x*, menons une ligne dont la longueur soit celle qu'indique le calepin, pour la projection horizontale de la seconde chaîne; il est évident que, par cette ligne, la seconde station est projetée suivant sa véritable direction. LEVÉ DES PLANS.

Pour projeter une troisième station, il faudra opérer sur l'extrémité de cette ligne, comme nous l'avons fait à l'égard de la précédente ; c'est ainsi que, de station en station, les lignes de direction du plan se trouveront toutes déterminées sans autre instrument que la chaîne et le cercle gradué, mais non sans risque d'erreur plus ou moins grave.

Afin de remplacer à-la-fois la boussole et le cercle gradué, M. de Komarzewsky a imaginé un instrument propre à mesurer la direction et l'inclinaison d'une même ligne dans un sens quelconque. Cet instrument, décrit dans le Journal des mines (n.° 84) sous le nom de *graphomètre souterrain*, est composé d'un cercle horizontal gradué et d'une portion de cercle vertical, l'un et l'autre divisés en degrés et garnis d'une alidade à pinnules. Chacun de ces plans peut tourner sur son axe, indépendamment de l'autre. A l'aide de cet instrument et de la chaîne, on peut former et résoudre une suite de triangles rectangles tous situés verticalement, comme ceux que nous avons considérés dans les autres méthodes, et parvenir, d'après les mêmes principes, à résoudre les divers problèmes de la géométrie souterraine. Graphomètre souterrain.

Pour peu qu'on jette les yeux sur les exemples réunis dans l'Atlas et sur les descriptions qui s'y rapportent, on sentira quelle multiplicité, quelle variété de problèmes présente l'exploitation des mines : on verra que, pour déterminer le moindre percement, il faut quelquefois un grand nombre d'opérations géométriques, tant à l'intérieur qu'au jour. Bornons-nous ici à rappeler quelques-uns des cas principaux qui se rapportent à la recherche des mines, et à indiquer sommairement comment les méthodes exposées en fournissent la solution. Variété des problèmes.

Étant donnée l'inclinaison d'un gîte de minerais et la longueur Y d'une fouille approfondie suivant cette inclinaison, il s'agit de déterminer Exemples de solutions.

à quelle distance horizontale X de son affleurement, on doit foncer un puits vertical, pour atteindre le toit du gîte au point inférieur de la fouille Y, et quelle sera la profondeur H de ce puits vertical. La question se réduit à résoudre un triangle rectangle XYH, dont Y est l'hypoténuse, et dans lequel on connoît un angle adjacent à ce côté, c'est-à-dire, l'angle d'inclinaison. Nous avons déjà vu comment on calcule, soit X, soit H, soit enfin l'une de ces lignes et l'hypoténuse Y, si les données du problème sont inverses. Supposons maintenant qu'à la profondeur trouvée on ait pratiqué une galerie horizontale suivant la direction du gîte, et, pour plus de clarté, admettons que la direction et l'inclinaison de ce gîte soient constantes. Si la surface du terrain est horizontale, il est clair que, par la solution du problème précédent, on aura résolu implicitement le même problème, pour un point quelconque de l'affleurement qui est alors une ligne droite horizontale; ainsi l'on pourra, dans ce cas, déterminer, sur le plan du terrain et sur le terrain même, tous les points où il conviendra de foncer des puits verticaux qui rejoignent la galerie horizontale à la profondeur trouvée ci-dessus: mais si le terrain est inégalement montueux, l'affleurement du gîte n'est plus une ligne droite horizontale; voyons comment il convient alors d'opérer, pour résoudre le même problème, par rapport à un point quelconque de l'affleurement, et pour déterminer cet affleurement en entier, quand il est dérobé à la vue, comme il arrive souvent. Il faut d'abord se procurer le plan général du terrain et son nivellement en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre; ensuite rapporter sur ces tracés tout ce que l'on connoît du gîte: ainsi le nivellement procurera deux coupes verticales du gîte, faites à l'endroit où il existe déjà une fouille suivant l'inclinaison et une galerie suivant la direction, tandis que le plan offrira cette direction et le point connu de l'affleurement. Cela fait, sur la ligne de direction marquons arbitrairement plusieurs points dans le plan, et voyons, par les coupes verticales, à quelle hauteur chacun de ces points se trouve au-dessus de la galerie déjà existante. Soit, pour un point quelconque, cette hauteur connue $= h$; soit la distance horizontale qu'il y a de son extrémité supérieure à l'affleurement du gîte, $= x$; soit enfin la portion du gîte qui, en cet endroit, s'étend depuis l'affleurement jusqu'à la galerie horizontale, $= y$.

La question se réduit à résoudre un triangle rectangle dont l'hypoténuse est y, tandis que h et x sont les côtés contigus à l'angle droit. LEVÉ DES PLANS

D'après l'angle constant d'inclinaison du gîte, on connoît l'angle compris entre y et x; car ces angles sont égaux comme *alternes-internes*;

Ainsi l'on peut résoudre le triangle immédiatement et déterminer x; mais il sera plus expéditif de considérer que le triangle rectangle xyh est semblable au premier triangle XYH résolu ci-dessus. On trouvera donc, par une simple proportion, la valeur de x, et on la portera perpendiculairement à la ligne de direction tracée dans le plan ou sur le terrain, depuis le point qui correspond à cette valeur, sur le plan, jusqu'en un point qui appartiendra à la ligne d'affleurement du gîte. Si, par ce dernier point et par celui qui est déjà connu, on mène une ligne droite sur le plan, elle offrira la trace d'une portion de l'affleurement : il est clair que, pour déterminer l'affleurement tout entier et la profondeur des puits verticaux à foncer sur la direction de la galerie, on agira de même à l'égard de tous les autres points placés arbitrairement sur le plan ou sur le terrain, suivant cette même direction.

Applications de la géométrie descriptive.

La pratique de la géométrie souterraine peut tirer le plus grand secours de ces ingénieuses méthodes graphiques qui sont réunies en un corps de doctrine, sous le nom de *géométrie descriptive*. Ainsi, par exemple, les premiers élémens de cette science fourniront un moyen prompt de déterminer la direction et l'inclinaison que doit offrir, dans le sein de la terre, l'intersection de deux filons qui se coupent, lorsqu'on aura observé à la surface la direction et l'inclinaison de chacun de ces gîtes. Dans ce cas et dans beaucoup d'autres non moins fréquens, comme, par exemple encore, s'il s'agit, étant données la direction et l'inclinaison d'une couche, de déterminer dans ce gîte la direction d'une galerie dont la pente soit, d'un certain nombre de degrés, moindre que l'inclinaison donnée, une simple construction de géométrie descriptive dispensera de beaucoup d'opérations et de calculs, souvent pénibles, auxquels on a recours dans la pratique ordinaire de la géométrie souterraine.

Disposition des plans et profils.

Il nous reste à considérer les diverses dispositions de plans et de profils qui sont usitées pour la représentation des travaux intérieurs. Elles dépendent principalement de la forme des gîtes et de celle des exca-

Levé des plans. vations. Reportons-nous, à cet égard, aux exemples que réunit l'Atlas. On y voit, tantôt sur un gîte continu, tel que celui du *Rammelsberg*, pl. 18, tous les travaux représentés par un plan général et par deux coupes verticales, faites en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre; tantôt sur une multitude de filons qui se coupent en plusieurs sens, comme à la mine de *Himmelsfürst*, pl. 13 et 14, un plan général des travaux, et de plus, pour chaque ensemble de filons, deux coupes verticales, faites de manière qu'on puisse saisir les relations les plus compliquées des gîtes et des travaux. Ailleurs, autour d'un filon principal, comme aux mines de Clausthal et d'Andreasberg, pl. 4 à 8, et 15 à 16, il se présente seulement quelques embranchemens : alors, à une coupe verticale, faite suivant la direction, on ajoute quelques *papiers de retombe*, qui, étant comparés à la situation des mêmes espaces sur des plans pris à divers niveaux, rendent sensible la position de chacun de ces embranchemens. Dans une autre mine, comme à Fahlun, pl. 19, ce n'est qu'au moyen de plusieurs plans pris à divers niveaux, et d'une coupe verticale dirigée suivant une ligne brisée, qu'on parvient à représenter complétement le gîte de minerais : ici, pour que les mêmes points soient faciles à retrouver et toutes les distances faciles à mesurer, on divise les plans en carreaux réguliers, et la coupe en tranches horizontales; il en résulte ce qu'on appelle des *plans maillés*. Un autre gîte bizarre, comme celui du *Stahlberg* (pl. 19), exige, outre un plan général et une coupe verticale suivant sa direction, deux autres coupes perpendiculaires à la première. Un autre, tel que celui des mines de Rothenbourg (pl. 23), ne peut être représenté complétement que par un grand nombre de coupes coordonnées avec un plan général, et propres à faire voir toute la succession des dérangemens éprouvés par la couche exploitable.

Quant aux mines de houille en général, il n'est pas moins indispensable de disposer les plans et les coupes de manière qu'on y voie clairement la direction, l'inclinaison et les dérangemens des couches, ainsi que les percemens souterrains; mais ici, plus que par-tout ailleurs, il importe d'indiquer la situation et d'exprimer la forme des *ateliers d'arrachement*, parce que de là dépendent la circulation de l'air, le roulage et l'extraction. Dans toute mine enfin, les parties épuisées doivent être soigneu-

sement distinguées de celles qui sont intactes et de celles qui sont en exploitation active. *Voyez* à cet égard le plan de la mine de houille dite *Fuchsgrube*, en Silésie (pl. 28). LEVÉ DES PLANS.

Si l'on prend la peine de réfléchir sur les exemples réunis dans notre Atlas, on pourra en tirer des indications utiles, concernant la disposition la plus convenable des plans et coupes d'une mine à représenter. La seule règle générale qu'on puisse donner à cet égard, c'est qu'il faut rendre la représentation aussi complète, et pour ainsi dire aussi palpable, qu'il est possible. Le moyen le plus sûr et le plus économique de parvenir à de telles représentations des travaux souterrains, c'est d'en commencer les plans et coupes dès l'origine d'une exploitation, de les vérifier constamment, et de les augmenter à mesure que l'exploitation s'étend. A combien de dépenses et de dangers ne s'exposent-ils donc pas, sans parler du tort qu'ils font à la chose publique, ces exploitans, comme il n'en est que trop en France, qui entreprennent ou poursuivent de vastes excavations, et souvent à une profondeur considérable, sans savoir où l'on est allé avant eux, sans prévoir où l'on pourra se porter dans quelques années ! Exemples de représentation.

Explication des Figures relatives aux instrumens de la Géométrie souterraine; Objets accessoires de la pl. 4.

Dans la division I.° de la pl. 4, on reconnoîtra les principaux instrumens de la géométrie souterraine, ainsi qu'il suit : Pl. 4.

Fig. 1 à 3, boussole de mine, savoir :

Fig. 1 et *2*, la boussole *a, b*, suspendue horizontalement dans son support *h, i, k*, qui est situé dans un plan vertical; ces deux figures sont prises en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre.

Dans la *fig. 3*, la même boussole et le même support sont représentés comme vus sur une table horizontale, le support ayant fait un quart de conversion sur les coussinets *l, m*.

On distinguera, sur ces trois figures, les objets suivans : *Fig. 1 à 3.*

a, b, la boîte cylindrique de la boussole; un bouton *c* fait mouvoir un ressort *d*, pour élever l'aiguille aimantée *x* au-dessus de son pivot et

 l'arrêter, quand il y a lieu, ou pour la laisser jouer de nouveau, quand elle est arrêtée. Un autre bouton *e* sert, avec le premier, à prendre séparément la boîte *a, b, c, e,* comme par deux petites anses.

f, g, anneau du support *h, i, k.* cet anneau est susceptible, au moyen de deux coussinets *l, m,* soit d'être placé dans un plan perpendiculaire au plan vertical *h, i, k,* comme dans la *fig.* 2, soit d'être ramené dans le même plan que *h, i, k,* comme dans la *fig.* 3. C'est dans cet anneau *f, g,* que la boîte *a, b,* est fixée, d'un côté par le moyen d'un petit tourillon qu'elle porte, et qui entre, au point *o,* dans *f, g,* de l'autre par une petite vis *n* qui, traversant l'anneau *f, g,* pénètre un peu dans le cercle extérieur de la boîte, où son extrémité forme un second tourillon. C'est sur ces deux petits tourillons que la boussole peut rester suspendue dans une position horizontale.

p, q, crochets du support *h, i, k,* au moyen desquels la boussole peut être placée sur la chaîne, comme on la voit *fig.* 2, en conservant toujours sa position horizontale.

Fig. 4. La *fig.* 4 représente le demi-cercle gradué, sur lequel il nous suffira de remarquer :

r, s, deux crochets analogues aux crochets *p, q* des figures précédentes; *t, u,* le fil à plomb de l'instrument.

Fig. 5. La *fig.* 5 fait voir trois rondelles graduées *(x, y, z),* cercles en laiton que l'on emploie dans les mines où le voisinage du fer interdit l'usage de la boussole; mais il faut remarquer que ces figures n'ont pour objet que de servir à l'explication suivante, et que la rondelle *z* est la même que la rondelle *x* transportée à une autre place. Ces rondelles sont représentées ici sans leur *support* et sans leur *indicateur,* qu'il est facile de se figurer d'après les détails déjà présentés à cet égard. Le point *v* étant supposé le point de départ, l'heure d'une boussole $(7\frac{1}{4})$, qu'indique la rondelle *x*, est déjà répétée sur la rondelle *y,* dont le limbe se trouve fixé invariablement. On peut alors transporter la rondelle *x* au point *z,* observer l'heure $(3\frac{1}{4})$ qu'indique la rondelle *y,* comme mesure de l'angle *xyz*, puis répéter cette même heure sur la rondelle *x* placée en *z*, en faisant tourner son limbe convenablement, et le fixer ensuite;

après quoi on peut transporter la rondelle y sur le prolongement de la ligne z &, pour agir d'une manière analogue. LEVÉ DES PLANS.

De cette suite d'opérations exécutées avec deux rondelles graduées, il résulte, comme nous l'avons déjà rappelé, que si la direction d'une première station $v\,x$ a été observée suivant l'heure d'une boussole, les directions des stations suivantes $x\,y$, $y\,z$, z &, et ainsi de suite, seront connues suivant la même boussole, comme si elle avoit pu être employée par-tout.

CHAPITRE IV.

DES DIVERS OUTILS ET PROCÉDÉS D'ENTAILLEMENT.

Outils du Mineur.

Nous appellerons *travail d'entaillement*, par imitation de la langue allemande (*hauerarbeit*), l'ensemble des procédés à l'aide desquels le mineur attaque immédiatement les substances minérales, soit roches, soit minerais, pour les détacher du sein de la terre.

Cas d'entaillement classés.

On peut rapporter tous les cas d'entaillement à cinq classes, d'après M. Werner. Ces classes sont formées d'après les degrés de ténactié des substances à entailler, combinés avec les moyens que le mineur emploie le plus avantageusement pour les détacher du sein de la terre.

C'est ainsi qu'on distingue les classes suivantes :

1.° Les substances *chouleuses* n'exigent qu'un simple travail de déblaiement à la pelle et à la pioche : telles sont, la terre végétale, les sables, certains dépôts terreux et plusieurs alluvions.

2.° Les substances *tendres* se laissent attaquer et détacher avec un pic de fer (ou avec la *rivelaine*) : quelquefois avec un simple levier de fer (ou avec la *pince*), mais sans maillet ni pointerole acérée. Le mineur traite ainsi les sables fortement agglutinés, la plupart des alluvions, l'argile durcie, les dépôts cariés qui sont entièrement pénétrés d'argile et d'oxide de fer rubigineux, les roches très-décomposées de granite, de gneiss, quelques gypses, presque toutes les sortes de houille, le sel gemme, quelques minerais à gangue de spath pesant, le cinabre, l'argent rouge, et en général tous les minerais à gangue pulvérulente.

3.° Les substances *traitables* sont celles qui, résistant aux moyens précédens, peuvent être attaquées et détachées à l'aide du marteau et de la pointerole. Telles sont certaines roches calcaires, et assez fréquemment le schiste cuivreux, le schiste alumineux, la serpentine, les marnes, les gypses, les grès, toutes les roches qui sont fortement imprégnées d'argile et de fer oxide rubigineux, celles qui présentent de grandes

parties de mica ou de courtes fissures, tous les granites, gneiss, porphyres et schistes micacés, qui ont déjà subi une décomposition assez avancée, toutes les substances dites spathiques, excepté le feldspath, qui est tenace, et le spath pesant, qui est tendre; enfin la plupart des minerais métallifères, tels que le plomb sulfuré, le zinc sulfuré, le cuivre pyriteux et le fer spathique. Outils du Mineur.

4.° Les substances *tenaces* sont attaquées à l'aide du fleuret de mineur, et détachées à l'aide de la poudre : cette classe comprend la plupart des granites, des gneiss, des schistes micacés, des porphyres, des schistes argileux, des grauwackes, des basaltes et des roches calcaires; on y range encore le quartz, quand il est tapissé de cristaux ou mélangé d'argile, presque toutes les roches amphiboliques, presque tous les minerais de fer oxidulé ou de fer oxidé rouge, le fer pyriteux, le fer arsenical, les minerais de cobalt, tous les minerais très-mélangés de quartz.

5.° Les substances *récalcitrantes*, c'est-à-dire, les substances les plus tenaces, sont attaquées, quand les circonstances le permettent, à l'aide du feu, qui les détache en partie et facilite le reste de l'opération : tels sont, le quartz pur, les roches très-quartzeuses de granite, de gneiss, de schiste micacé, le porphyre à base de pétrosilex, le schiste porphyrique, le grenat compacte, les grès très-quartzeux, quelques poudings, quelques minerais qui sont un mélange intime de cuivre, de fer, de zinc, de soufre, d'arsenic et de quartz, enfin les minerais d'étain disséminés dans une roche très-tenace.

D'après cette classification, nous avons à considérer dans l'entaillement des substances minérales, Modes d'entaillement.

1.° Le travail de déblaiement;

2.° Le travail au pic;

3.° Le travail au marteau et à la pointerole;

4.° Le travail au fleuret et à la poudre;

5.° Le travail par le feu.

Les outils qu'exige le travail de déblaiement sont trop connus de tout le monde pour que nous nous y arrêtions; d'ailleurs, ce genre de travail ne se présente guère que dans les fouilles superficielles. Déblaiement.

Outils du Mineur.

Travail au pic.

Le travail au pic demande déjà plus d'habileté de la part de l'ouvrier. Le pic est composé de l'outil proprement dit, qui est en fer, et du manche, qui est en bois. L'outil doit présenter une certaine courbure, se terminer d'un côté en forme de coin pointu, et porter de l'autre une ouverture (un *œil*) propre à recevoir le manche. Ordinairement la longueur du manche est d'environ 8 décimètres, et celle de l'outil de 3 à 4. Quelquefois l'outil n'a que $0^m,24$ de long, comme par exemple dans les mines de houille, où le pic est fréquemment employé pour dépouiller les couches à leur mur, ce qu'on appelle *haver*. C'est par un travail semblable qu'on prépare l'arrachement du schiste cuivreux. Dans certains cas, on substitue au pic des outils analogues, mais de diverses dimensions, tels qu'un marteau pointu par un bout ou par les deux bouts. Dans ce dernier cas, on lui donne, aux mines d'Anzin, le nom de *rivelaine*. C'est un outil à deux pointes, dont le manche n'a que 32 centimètres de long: il est usité pour abattre la houille; ce qui s'exécute au moyen de coins dits *aiguilles*, que l'on chasse à coups de *maillet*, après avoir *havé* dans la couche. En général, le pic du mineur et les outils qui s'y rapportent sont employés, soit pour haver dans le minerai, soit pour attaquer les roches tendres. On pourroit se servir du pic, pour ce dernier objet, plus souvent qu'on ne le fait; mais l'ouvrier est porté à préférer les procédés suivans, qui sont plus prompts, et quelquefois sans songer qu'il n'a pas toute l'adresse et toute l'expérience qui sont nécessaires pour que l'emploi en devienne aussi avantageux qu'il peut l'être.

Pointerole et marteau.

Le travail à la pointerole et au marteau étoit le procédé le plus ordinaire, avant que l'usage de la poudre fût appliqué aux mines, c'est-à-dire, jusqu'au commencement du XVII.e siècle. D'anciennes galeries de plusieurs lieues de longueur présentent encore les traces de la pointerole sur toute leur étendue; telles sont, par exemple, les galeries des niveaux supérieurs, parmi celles qui parcourent l'ensemble des mines de Clausthal. (*Voyez* pl. 4 à 8.) On remarque, en visitant ces monumens de persévérance, que souvent, dans tout le cours d'une année d'exploitation très-active, le mineur n'avançoit ainsi que de 4 à 5 toises au sein de la roche. Aujourd'hui ce genre de travail n'est plus guère en usage que pour les substances *traitables*, et quelquefois dans les substances *tenaces*,

pour certains cas que nous indiquerons, après avoir examiné les outils qui lui sont propres.

Outils du Mineur.

La pointerole est un outil de fer ou d'acier, semblable, jusqu'à un certain point, à la tête d'un marteau, mais terminé d'un côté par une pyramide quadrangulaire, de l'autre par une face plane; entre ces deux extrémités se trouve un *œil* propre à recevoir un manche de bois. Pour se servir de la pointerole, le mineur tient, de la main droite, un marteau avec lequel il frappe sur la face plane, tandis que, de la main gauche, il tient le manche de la pointerole et dirige convenablement la pointe de l'outil contre la substance minérale qu'il s'agit d'attaquer. Il est des endroits, par exemple en Espagne, où le mineur emploie la pointerole sans manche.

La longueur d'une pointerole varie depuis 72 jusqu'à 168 millimètres. Plus la masse minérale est tenace, moins la pointerole doit être longue. Cet outil est tantôt de fer et armé d'acier seulement à la pointe, comme en Hongrie, tantôt entièrement d'acier, comme en haute Saxe et au Hartz, ce qui est préférable à tous égards. Chaque mineur, en se rendant à l'ouvrage, emporte avec lui une provision convenable de pointeroles, enfilées sur une courroie de cuir. Une telle provision est ce qu'on appelle une *trousse*. Il n'est pas sans exemple que, dans un poste de huit heures, un mineur mette hors de service une trousse de 20 pointeroles et même davantage.

Le maillet ou marteau est composé d'une masse de fer terminée par deux faces planes, et d'un manche court, propre à bien tenir dans la main, mais non cylindrique. La masse est du poids de 4 à 6 livres, suivant que le mineur doit travailler au-dessus ou au-dessous de lui.

Travail à la pointerole.

Nous avons remarqué que, dans certains cas, les substances tenaces sont encore attaquées à l'aide du marteau et de la pointerole. C'est, par exemple, dans un puits boisé, pour entailler une roche qui doit supporter l'extrémité d'une pièce principale de charpente : on évite ainsi le tirage à la poudre, dans le percement d'une communication souterraine, lorsqu'il pourroit endommager le boisage déjà existant, ou ébranler les masses minérales des environs.

Outils du Mineur.

Le même travail est employé, pour attaquer la roche, dans une cage de roue hydraulique, ou auprès des machines, pour préparer un trou de fleuret avant d'employer cet outil, pour achever de détacher ce que l'effet de la poudre a déjà ébranlé, ou bien pour dépouiller un gîte, de la roche qui l'avoisine au mur; quelquefois enfin, dans le dépouillement d'un gîte de minerais, c'est pour pratiquer des entailles propres à recevoir des coins: dans ces deux derniers cas, on emploie les pointeroles les plus longues.

Dans le cas où il s'agit d'achever de détacher des masses déjà ébranlées par le tirage à la poudre, on emploie en outre, quand les circonstances le permettent, des leviers ou pinces de fer, des maillets, des coins et d'autres outils analogues.

Travail à la poudre.

Le travail à la poudre, dans les substances auxquelles nous avons vu qu'il convient, épargne plus de la moitié des frais que nécessite le travail au marteau et à la pointerole. Dans le travail à la poudre, le mineur se sert des outils suivans, qui sont représentés sur la pl. 15, par la *fig. 11.*

Outils (Pl. 15, *Fig. 11.*)

1.° Pour pratiquer le trou de mine, on emploie le *fleuret*, barreau de fer acéré, dont la longueur et la forme varient, ainsi que nous le verrons; — le *maillet* ou marteau destiné à frapper sur la tête du fleuret; — la *curette*, tringle de fer qui présente, à l'une de ses extrémités, un crochet propre à retirer du trou de mine les matières réduites en poudre, et à l'extrémité opposée, une ouverture dans laquelle on peut faire passer un chiffon, pour assécher le trou de mine.

2.° Pour charger le trou, quand il est achevé, on emploie l'*épinglette*, qui doit être une verge de cuivre, avec le *bourroir*, qu'on applique dans le trou de mine contre l'épinglette, et par-dessus la charge de poudre; après quoi l'on tasse ordinairement, à coups de marteau, une bourre d'argile qui recouvre la cartouche. Par cette disposition, ou toute autre analogue, l'épinglette ménage une communication depuis l'orifice du trou jusqu'à la cartouche, communication qui ne se trouve ouverte que lorsque, après avoir achevé de charger le trou, on retire l'épinglette pour mettre à sa place une amorce, ou un *boute-feu* surmonté d'une mèche, ainsi que nous le verrons plus tard.

Le fleuret offre, à celle de ses extrémités qui attaque les substances minérales, tantôt quatre pointes disposées en croix autour d'une cinquième qui occupe le centre *(fleuret en bonnet de prêtre)*; tantôt deux pointes situées aux extrémités d'un taillant concave *(fleuret en queue d'aronde)*; tantôt la pointe d'une pyramide quadrangulaire qui auroit des faces latérales creusées en gouttières, et des arêtes tranchantes *(fleuret en allésoir)*; tantôt enfin le tranchant continu d'un ciseau *(fleuret en ciseau)*. Ce dernier outil est préférable à tous les autres, parce que c'est celui qui attaque les substances minérales sur le plus grand nombre de points à-la-fois; aussi les autres fleurets sont-ils assez généralement bannis des mines, excepté cependant le *fleuret en bonnet de prêtre*, dont on fait encore usage en quelques endroits, par exemple dans les mines d'Andreasberg, pour préparer les trous de mine au sein d'un minerai peu tenace. Ce même fleuret est bon à employer, quand l'un des côtés du trou présente une substance plus tenace que l'autre côté, et en général pour commencer un trou de mine, parce qu'avec un tel outil on parvient plus facilement à pratiquer un trou circulaire; c'est par ce motif qu'aux mines d'Andreasberg, chaque trousse de vingt-quatre fleurets en contient quatre ou six de cette forme.

Outils du Mineur.

Divers fleurets.

Un trou de mine se pratique, tantôt au moyen d'un homme seul, tantôt à deux et même à trois. Dans tous les cas, la manœuvre du fleuret consiste à faire tourner cet outil dans le trou, environ d'un sixième de circonférence, après chaque coup de marteau.

Trous de mine à 1 et à 2.

Les dimensions des fleurets varient en raison de leur destination : ainsi, on distingue des *fleurets à un* et des *fleurets à deux*; de plus, pour un seul et même trou, soit à un, soit à deux, l'ouvrier emploie trois fleurets de différentes longueurs et de différens diamètres. Pour commencer le trou, il se sert d'un fleuret préparatoire qui est le plus court des trois, mais le plus large au taillant; pour continuer le trou, il emploie le fleuret intermédiaire; pour l'achever, le dernier fleuret, qui est le plus long des trois et le moins large au taillant. La longueur de ce dernier doit excéder de quelques pouces la profondeur du trou à pratiquer, plus la largeur de la main de l'ouvrier; quant au diamètre du taillant, il doit, dans tous les fleurets, déborder un peu

Outils du Mineur.

celui du barreau qui forme la partie supérieure de l'outil, et être égal, pour chaque fleuret, au diamètre de la portion de trou qu'il doit forer. Il faut aussi que la partie inférieure de l'outil soit un peu plus forte que la partie supérieure, afin que le fleuret ne soit pas exposé à se gauchir en tournant dans le trou.

Fabrication des fleurets.

Il est avantageux que les fleurets à un soient entièrement d'acier; les autres sont des barreaux de fer, d'un pouce et demi de diamètre, garnis d'acier seulement à leur extrémité inférieure; c'est ainsi que sont fabriqués les fleurets dans le *Erzgebirge*.

Dimensions des outils.

Nous avons déjà vu que, dans cette contrée, il s'agit le plus souvent d'attaquer une roche de gneiss tenace; voici quelles dimensions on y donne communément aux outils du travail à la poudre (d'après le *mètre*):

Exemple du Erzgebirge.

1.° Pour le travail à un seul homme,

Le fleuret préparatoire a de longueur $0^m,276$ et $0^m,023$ de diamètre au taillant en ciseau.
Le fleuret intermédiaire..... $0^m,460$ $0^m,017$.
Le dernier fleuret..... $0^m,736$ $0^m,014$.
On pratique, avec ces outils, des trous dont la profondeur varie de $0^m,414$ à $0,^m460$, et dont le diamètre est de $0^m,023$ à l'orifice, et $0^m,014$ au fond.

2.° Pour le travail à deux hommes,

Le fleuret préparatoire a de longueur $0^m,414$ et $0^m,040$ de diamètre au taillant en ciseau.
Le fleuret intermédiaire..... $0^m,828$ $0^m,034$.
Le dernier fleuret..... $1^m,104$ $0^m,030$.
On pratique ainsi des trous dont la profondeur est de $0^m,828$, dont le diamètre est de $0^m,040$ à l'orifice, et de $0^m,030$ au fond.

Exemple du Hartz.

Dans le Hartz, où il s'agit le plus souvent d'attaquer la grauwacke et le schiste argileux, qui offrent différens degrés de ténacité, voici quelles sont les dimensions de tous les outils employés dans le travail à la poudre:

1.° Pour le travail à un seul homme,

Le fleuret préparatoire a de longueur $0^m,408$ et $0^m,030$ de diamètre au taillant en ciseau.
Le fleuret intermédiaire..... $0^m,600$ $0^m,024$.
Un 3.e fleuret qu'on emploie quelquefois. $0^m,672$ $0^m,024$.
Le dernier fleuret..... $0^m,768$ $0^m,022$.

Le maillet a un manche de bois dont la longueur est de $0^m,346$; sa masse en fer a $0^m,144$ de long, et pèse environ 3 kilogrammes.

OUTILS du Mineur.

La curette a $0^m,576$ de longueur.

L'épinglette $0^m,768$ *idem.*

Le bourroir $0^m,864$ *idem*, y compris la masse inférieure, dont la longueur est de $0^m,120$, et le diamètre égal à celui du dernier fleuret.

On pratique ainsi des trous dont la profondeur varie de $0^m,432$ à $0^m,560$; leur diamètre est de $0^m,030$ à l'orifice, et de $0^m,022$ au fond.

2.° Pour le travail à deux hommes,

Le fleuret préparatoire a de longueur $0^m,672$ et $0^m,042$ de diamètre au taillant en ciseau.

Le fleuret intermédiaire..... $0^m,912$ $0^m,036$.

Le troisième fleuret..... $1^m,008$ $0^m,036$.

Le dernier..... $1^m,152$ $0^m,031$.

Le maillet a un manche de bois dont la longueur est de $0^m,648$; sa tête en fer, longue de $0^m,188$, pèse environ 4 kilogrammes.

La curette a $0^m,870$ de longueur.

L'épinglette $0^m,912$ *idem.*

Le bourroir $1^m,008$ *idem.*

On pratique ainsi des trous de $0^m,576$ à $0,^m864$ de profondeur, dont le diamètre est de $0^m,042$ à l'orifice, et de $0^m,031$ au fond.

Principes du tirage.

La profondeur, le diamètre et la direction qu'il convient de donner aux trous de mines, dépendent de plusieurs circonstances qui varient d'après les localités. On se dirige, à cet égard, d'après les principes suivans :

1.° L'objet du tirage à la poudre est, non pas de faire sauter la substance minérale qu'on attaque ainsi, mais seulement de la faire éclater, afin qu'il devienne facile de la détacher après l'explosion. Le meilleur coup de mine sera donc, toutes choses égales d'ailleurs, celui qui ébranlera de la sorte la masse minérale la plus considérable, et qui étendra le plus loin les déchiremens que son explosion sourde doit occasionner autour de lui. Pour que l'effet soit complet, le fond du trou doit éclater.

2.° Dans une masse minérale qui seroit fortement engagée, comme si, par exemple, elle ne présentoit qu'une ou deux faces à découvert, un trou de mine trop profond seroit peu profitable, parce qu'alors, la résistance de la masse attaquée étant beaucoup plus grande que celle de la bourre, le coup agiroit principalement contre celle-ci, et se borneroit

à lancer peut-être quelques éclats par l'orifice, mais sans attaquer le fond du trou.

3.° Au contraire, dans une masse minérale dégagée sur trois faces, ainsi qu'on doit faire en sorte que cela soit dès que cela est possible, la résistance étant moindre que ci-dessus autour du trou, il est avantageux de pratiquer des trous plus profonds, parce qu'avec une même quantité de poudre, ils doivent opérer beaucoup plus d'effet que les trous d'une foible profondeur.

4.° Plus le diamètre d'un trou est grand, moins le coup produit d'effet, toutes choses égales d'ailleurs; car la bourre qui recouvre la poudre ne peut jamais opposer autant de résistance à l'explosion que la masse minérale qui l'environne; ainsi le plus grand effet de l'explosion tend à se diriger contre la bourre, ce qui fait voir la nécessité de donner à celle-ci le moins de surface, et par conséquent de faire l'orifice le plus petit qu'il sera possible, afin de ne pas diminuer l'effet de l'explosion contre les parois du trou.

5.° Quant à la direction qu'il convient de donner à un trou de mine, elle doit être telle, qu'il y ait une partie de la masse minérale plus foible que l'autre, et que la moindre résistance soit du côté qu'on se propose de faire éclater. Pour cet effet, il faut sur-tout avoir égard à la texture et à la ténacité des masses minérales, ainsi qu'au nombre des faces libres; ensuite calculer convenablement la distance qui se trouveroit, si le trou étoit dirigé dans tel ou tel sens, entre le fond du sac et celle des faces libres de la masse minérale, parallèlement à laquelle il s'agit d'avancer l'entaillement. Il faut enfin éviter soigneusement les fissures qui s'opposeroient à l'effet du coup, ce qui exige qu'on interroge avec le marteau la masse à attaquer, pour juger de sa consistance, d'après le son qu'elle rend.

6.° Si cela est nécessaire, par exemple, pour commencer le percement, on pratique d'abord, au marteau et à la pointerole, une entaille dans la masse minérale; après quoi on dispose un trou de mine sur l'une des faces dégagées, d'après les principes qui viennent d'être rappelés.

C'est d'après ces règles générales qu'on pratique des trous de mine, soit de haut en bas, soit de bas en haut, soit horizontalement, soit enfin

suivant une direction quelconque, tantôt dans une masse sèche, tantôt dans une masse où les eaux abondent. Pour ces deux dernières circonstances, on emploie des cartouches d'une confection différente. Dans le premier cas, la cartouche n'est autre chose qu'un morceau de papier roulé en cylindre, qui est rempli de poudre et ficelé par les deux bouts; dans le second cas, on met la poudre dans des cartouches de cuir, ou plus ordinairement de fort papier goudronné, ou bien enfin dans un cylindre de tôle, ainsi que cela se pratique dans la Cornouailles.

OUTILS du Mineur.

Confection des cartouches.

La quantité de poudre que contient une cartouche est communément, pour les trous à un seul homme, de deux à trois onces, et pour les trous à deux hommes, de trois à six onces et plus. En général, les premiers sont beaucoup plus avantageux que les autres. C'est de la grosse poudre à canon qu'on emploie pour le tirage des mines; étant moins vive et moins coûteuse que la poudre fine, elle est d'ailleurs suffisamment forte quand elle est bien fabriquée. La confection de la poudre et celle des outils d'entaillement exigent une surveillance toute particulière.

Divers modes de tirage.

Il est plusieurs manières de disposer la cartouche et la bourre, dans les trous de mine. Aujourd'hui l'on peut distinguer les suivantes :

1.° Le tirage *au tasseau par-dessus* est la méthode la plus ancienne : pour l'exécuter, on chasse à coups de marteau, par-dessus la cartouche, un cylindre de bois qui porte une cannelure longitudinale et propre à laisser passer l'épinglette. En plusieurs endroits, cette méthode est abandonnée. Souvent son effet se bornoit à lancer le tasseau comme un projectile; rarement le tasseau remplissoit exactement l'espace du trou.

2.° Le tirage *à la bourre de terre* consiste à tasser, par-dessus la cartouche, de l'argile préparée pour cet objet, et par-dessus l'argile, de petits morceaux d'une roche susceptible de se laisser fouler, et totalement dépourvue de silex. Cette méthode est la plus répandue; elle se rapporte à celle qu'on emploie dans les carrières de gypse, où l'on recouvre la cartouche de plâtre sec, puis de plâtre gâché, contenant des morceaux de plâtre sec.

3.° Le tirage *au sable* est une méthode nouvelle, qui fut publiée, il y a quelques années, en Angleterre par M. Jessop, en France par

Outils du Mineur.

M. Pictet, et en Allemagne par M. Gilbert. Pour tirer ainsi, il suffit de poser par-dessus la cartouche, du sable quartzeux d'un grain égal.

L'effet du tirage au sable offre quelque chose d'analogue à l'effet qu'on observe dans une rangée de billes d'ivoire, et en général de sphères élastiques, où l'on sait que le choc de la sphère qui forme l'une des extrémités de la rangée, se communique à celle qui forme l'autre extrémité, à travers toutes les sphères intermédiaires qui restent alors immobiles. De l'immobilité que conserve, dans le premier moment, une partie du sable superposé à la cartouche, et de sa propension à retomber même vers le fond du trou, il résulte que les gaz produits par l'inflammation de la poudre, déploient, dans leur expansion ainsi gênée, une force considérable qui agit presque toute entière sur le sac ou l'*ame* du trou de mine.

Essais comparatifs.

Nous avons fait, à cet égard, un grand nombre d'expériences avec M. de Bonnard et M. le professeur Gilbert, dans plusieurs grandes mines de l'Allemagne, en l'année 1807; afin d'obtenir des résultats comparatifs, nous avons employé, au lieu de sable, diverses autres substances, telles que du spath pesant, du spath calcaire, de la battiture de fer, de la grenaille de plomb, de la sciure de bois, &c. Nos observations nous ont conduits aux conclusions suivantes : 1.° l'élasticité, dans la matière employée pour recouvrir la poudre, est une circonstance plus essentielle pour l'intensité de l'effet, que ne le sont la pesanteur et la parfaite égalité du grain; 2.° toute substance qui réuniroit élasticité, pesanteur et égalité de grain, dans une proportion convenable, seroit bonne à employer au lieu de sable; 3.° le tirage au sable peut présenter un avantage réel pour les trous pratiqués de haut en bas, dans tous les endroits où il est plus facile de se procurer le sable quartzeux que l'argile usitée comme bourre; en général, il présente l'avantage d'économiser le temps nécessaire pour bourrer, ainsi que la dépense qu'occasionnent l'achat et la préparation de l'argile; 4.° le tirage au sable n'est pas applicable dans les mines où l'on est fréquemment obligé de placer les trous en toutes sortes de directions.

Avantages du tirage au tasseau, &c.

4.° Le tirage *au tasseau par-dessous* a été tenté plus récemment et avec plus de succès que toutes les autres méthodes. Celle-ci exige

l'emploi d'un tasseau de bois, qui présente à sa partie supérieure la forme d'une dame à jouer, et au-dessous, la forme d'un cône tronqué et renversé, dont la troncature forme la partie inférieure du tasseau, quand il est placé dans le trou. OUTILS du Mineur

Un semblable tasseau a 6 à 8 centimètres de long; sa partie supérieure doit avoir exactement le même diamètre que le fond du trou, n'y entrer même que difficilement, et porter sur son rebord circulaire quatre petites entailles longitudinales qui se dirigent parallèlement à son axe. Pour charger un trou de mine par ce procédé, on commence par chasser le tasseau dans le trou, de manière que sa troncature en touche le fond : c'est sur le tasseau, que l'on place la cartouche; on bourre ensuite par-dessus celle-ci, avec de l'argile et comme à l'ordinaire; ainsi il reste sous la charge un espace libre qui ne contient que de l'air. Quand l'inflammation parvient à la poudre, la première expansion, et par conséquent le premier effort des gaz formés, se dirige contre le fond du trou : là, cette force agit toute entière, jusqu'à ce qu'enfin le tasseau soit ou chassé par l'orifice du trou, ce qui ne peut arriver qu'après une résistance de quelque durée, ou, mieux encore, déplacé avec la masse attaquée dans laquelle il reste souvent fixé. De là l'effet avantageux que nous avons constamment obtenu par cette méthode, dans les expériences multipliées que nous avons faites en 1807, tant au Hartz qu'au pays de Mansfeld, pour la comparer avec toutes les autres méthodes de tirage.

Après avoir tiré ainsi pendant plusieurs semaines dans tout un district des mines du Hartz (dit *Rosenhoeferzug*), en tenant note exacte des résultats, dont il seroit trop long de consigner ici tous les détails, on s'est assuré que cette méthode étoit capable d'épargner un quart de la quantité de poudre qui est dépensée pour obtenir le même effet par le *tirage à la bourre d'argile* (*voyez* 2.° ci-dessus). Elle est pratiquée, avec le même succès, en Norwége, d'où M. Hausmann nous l'avoit rapportée, à l'époque de nos expériences.

Dans toutes les méthodes de tirage, on emploie un *boute-feu* pour faire parvenir l'inflammation jusqu'à la cartouche. Tantôt le boute-feu est composé de brins de roseau, ou de paille, ou d'aubier de tilleul, ou Boute-feu et mèche.

Outils du Mineur.

de bois sec, imprégnés de pulvérin, ou poudre très-fine; tantôt c'est de la poudre très-fine enfermée dans une baguette creuse de coudrier ou de sureau dont on a retiré la moelle. Dans le premier cas, le boute-feu prend la place de l'épinglette, après qu'on a retiré celle-ci du trou avec précaution : alors il ne s'agit plus, pour faire partir le *coup de mine*, que de poser au dessus du boute-feu une mèche soufrée, dont il est essentiel, pour éviter les accidens, d'avoir brûlé le bout destiné à rester hors du trou. En posant cette mèche, on a soin de la tourner de manière que son extrémité ne puisse pas *cracher* sur le boute-feu pendant qu'on l'allume; après quoi il ne reste plus qu'à mettre le feu à la mèche, et à se retirer dans un endroit sûr, pendant que l'inflammation se communique à la cartouche.

Coup de mine.

Dans le cas où le boute-feu est de la poudre très-fine enfermée dans une baguette creuse, cette baguette, attachée à la cartouche, est déposée dans le trou en même temps que celle-ci : alors, tantôt la baguette est remplie de pulvérin dès le premier moment, et celle de ses extrémités qui doit rester hors du trou est garnie d'argile qui retient le pulvérin, de sorte que la charge étant terminée, il suffit de couper le bout de la baguette qui déborde le trou, pour revoir le pulvérin, sur lequel on pose une mèche soufrée comme il a été dit plus haut; tantôt l'épinglette reste dans la baguette, pendant qu'on charge le trou, et ce n'est qu'après avoir retiré l'épinglette, qu'on remplit la baguette de poudre fine. Ces deux méthodes ont l'inconvénient de dépenser beaucoup de poudre fine, qui est plus coûteuse que la poudre ordinaire. De plus, la première expose la baguette à se briser pendant le tassement de la bourre, et la seconde n'est applicable que dans les trous dirigés de haut en bas; mais toutes les deux offrent l'avantage de préserver les boute-feux de l'humidité qui peut se trouver dans le trou de mine. Ainsi, la manière la plus sûre d'amorcer un coup de mine, sans augmentation considérable de dépense, c'est de combiner ces deux procédés. On peut donc employer à-la-fois la baguette creuse et l'épinglette, laisser celle-ci dans la baguette pendant que l'on bourre, et ensuite lui substituer, au lieu de poudre fine, un boute-feu ordinaire, composé de brins de paille ou de roseau, qui soient frottés de

pulvérin, ainsi que l'intérieur de la baguette. C'est ce qui se pratique en plusieurs endroits, et notamment dans le Hartz. Quand un coup de mine ne part pas tout de suite, on ne sauroit trop recommander aux mineurs de ne pas se presser de retourner vers le trou; car c'est ainsi qu'il arrive un grand nombre d'accidens funestes.

OUTILS du Mineur.

Le travail par le feu étoit déjà usité il y a plus de trois mille ans: jusqu'à l'introduction de la poudre dans l'exploitation des mines, ce fut le seul moyen d'attaquer les substances tenaces et les substances récalcitrantes. Nous avons déjà dit qu'on le réserve aujourd'hui pour ces dernières; encore, vu la cherté toujours croissante du bois, ce genre de travail n'est-il plus en usage que dans un petit nombre d'exploitations, comme à Altenberg en Saxe, à Felsobania en Hongrie, à Konigsberg en Norwége, mais principalement au Rammelsberg, près Goslar, dans le Hartz, où nous verrons qu'il procure encore de grands avantages.

Travail par le feu.

Outre une énorme quantité de bois qui doit être propre à développer beaucoup de flamme, le travail par le feu exige une circulation d'air très-active. Nous le considérerons ailleurs avec plus de détails, par l'exemple de la mine du *Rammelsberg* (pl. 18). Qu'il nous suffise de remarquer ici que le travail de l'ouvrier consiste, 1.° à disposer des bûchers convenablement pour que la flamme se dirige, soit contre le pied d'une masse minérale où il s'agit de commencer une galerie ou une chambre, soit, de haut en bas, contre une masse minérale où l'on se propose d'approfondir un puits, soit contre le faîte d'une excavation en voûte qu'il faut agrandir; 2.° à mettre le feu aux bûchers, après quoi l'on sort de la mine pendant que la combustion s'opère; 3.° à détacher, après la combustion, les parties de la masse minérale que la flamme a fait éclater, ce qui s'exécute à l'aide de divers outils; 4.° quelquefois à rétablir le feu aux mêmes endroits, avant de pouvoir rien détacher; 5.° à exhausser, quand il en est besoin, le sol sur lequel doivent être placés de nouveaux bûchers, ce qui s'opère au moyen des déblais obtenus.

Pour entreprendre un percement horizontal par ce moyen, on commence aujourd'hui par dépouiller le pied de la masse minérale, soit à l'aide du marteau et de la pointerole, soit à l'aide de la poudre; c'est contre cette première excavation que l'on dirige la flamme d'un premier

Outils du Mineur.

bûcher. A Felsobania en Hongrie, on emploie pour cela un petit fourneau de fer recouvert de tôle, et disposé solidement sur les côtés, de manière que, les bûches étant allumées sur la grille du fourneau, la flamme ne puisse sortir que par son ouverture antérieure qui est tournée contre l'excavation existante. A mesure que l'excavation s'agrandit, on dispose de nouveaux bûchers contre la partie qu'il faut excaver; c'est ainsi que, de proche en proche, on est parvenu, dans les mines où ce genre de travail est encore usité, à pratiquer d'immenses percemens dont le faîte s'arrondit en voûtes quelquefois d'une hauteur considérable.

Il est des cas où l'on pratique, dans la même mine, le travail au marteau et à la pointerole, le travail à la poudre et le travail par le feu.

Nous aurons occasion de revenir sur ces objets, en considérant les exemples.

CHAPITRE V.

DES DIVERS MODES D'EXPLORATION PRÉALABLE QU'ON PEUT EMPLOYER DANS UNE CONTRÉE OÙ L'ON SOUPÇONNE L'EXISTENCE DE TEL OU TEL GÎTE DE MINERAIS.

EXPLORATION. Objets à considérer.

DANS la recherche des mines, il s'agit, soit d'une région encore intacte, soit d'une région où l'on peut croire qu'il a existé autrefois des mines en exploitation, soit enfin d'une région où l'on exploite actuellement certaines substances, avec plus ou moins de succès. Dans tous les cas, l'étude géognostique de la région est le premier soin du mineur éclairé.

Il visite sans relâche le sommet des montagnes et le fond des vallées; il observe les escarpemens, les ravins, les arrachemens, les excavations, tant naturelles qu'artificielles, le lit des eaux, principalement après les orages, enfin les affleuremens, la direction et l'inclinaison des roches; il interroge, en les suivant de bas en haut sur la pente des montagnes, ces fragmens roulés que les vallées présentent çà et là comme autant d'échantillons des dépôts plus ou moins abondans, plus ou moins précieux, qui les environnent à des distances plus ou moins considérables; il poursuit les traces de ces fragmens jusqu'au lieu de leur origine; et comparant les résultats de ces observations locales avec les faits généraux qui lui sont connus, il cherche à se faire une idée exacte de la constitution géognostique de toute la région qui l'intéresse.

Région intacte.

Si c'est une région intacte, l'observateur a besoin du secours de tous les indices dont il a été question chap. I et II; mais dans les deux autres cas, l'exploration préliminaire devient beaucoup plus facile.

Mines délaissées.

Quelque document, soit écrit, soit verbal, annonce-t-il d'anciens travaux abandonnés? la géognosie peut en quelque sorte citer la tradition à son tribunal, et juger quel degré de confiance mérite son témoignage.

EXPLORATION.

Rencontre-t-on, à la surface du terrain, des monceaux de déblais rangés suivant un certain ordre, des orifices de galeries, soit ouverts, soit affaissés, sur les pentes des montagnes, des excavations en forme d'entonnoirs disposées de distance en distance sur les hauteurs, et semblables à des puits effondrés, enfin des tas de scories, des débris de bâtimens, de machines et de conduits d'eau ! alors tout annonce des travaux abandonnés : mais il importe encore d'examiner par quels motifs, à quelle époque et à quelle profondeur l'exploitation a pu être délaissée.

Est-ce par suite de la guerre, du manque d'ouvriers et de la dévastation des travaux, comme il n'est arrivé que trop souvent! le délaissement fut-il l'effet d'une inondation ou d'un effondrement, ou de la pénurie des bois, ou de l'épuisement du gîte de minerais, ou de l'imperfection des anciens procédés! Telles sont les questions que l'observateur doit chercher à résoudre, pour en comparer les solutions avec l'état actuel des circonstances. Quelquefois aux motifs d'espoir il se joint des actes authentiques concernant l'activité d'une ancienne exploitation, et des registres qui peuvent être d'un grand secours.

C'est en mettant à profit ces diverses données, qu'un observateur judicieux pourra se faire une règle de conduite. Souvent, quand même on sauroit, avec certitude, qu'une ancienne exploitation auroit été délaissée par suite de la pauvreté du gîte de minerais, le nouvel entrepreneur aura lieu d'espérer plus de succès que ses devanciers, tant à cause des nouvelles découvertes que pourra lui promettre une application sage des connoissances géognostiques, qu'à cause des progrès qu'ont faits, de nos jours, le roulage et l'extraction des minerais, leur préparation mécanique et leur traitement dans les usines. C'est ce dont il devra chercher à s'assurer, ainsi que nous le verrons, par des travaux de recherche ultérieurs.

Nouveaux gîtes.

S'il s'agit de chercher de nouveaux gîtes de minerais, dans une contrée où il existe déjà des exploitations, une grande partie de ce qui vient d'être dit s'applique encore avec plus de certitude. Ici, la connoissance des travaux existans facilitera l'étude de nouveaux gîtes. La direction qu'affectent le plus souvent les filons riches d'une contrée, pourra motiver quelque espérance d'y en rencontrer de nouveaux qui se dirigent

de même, ou dont la direction soit dans un certain rapport constant avec celle des gîtes déjà connus. Ce sera un présage favorable que de rencontrer, même dans un filon encore stérile, certaines gangues connues pour accompagner, non loin de là, les minerais exploitables. Souvent aussi, la direction d'un filon nouvellement découvert, par cela même qu'elle différera de la direction habituelle des filons riches de la contrée, pourra donner lieu d'espérer un *croisement* des gîtes et une augmentation de richesse, en un point qu'il sera facile de prévoir, d'après les directions et les inclinaisons observées. En général, l'étude du centre d'une région déjà connue pour renfermer des gîtes exploitables en quelqu'une de ses parties, et l'étude des montagnes opposées à celles où l'on exploite déjà, seront d'une haute importance dans la recherche des mines; car on sait que la nature agit en grand, et que les dépôts de substances exploitables s'étendent ordinairement au loin. Il suffira, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur nos cartes du Hartz et du Erzgebirge, pl. 2 et 3, et sur plusieurs des vastes dépôts de houille dont nous considérerons les exemples (pl. 24 à 30).

EXPLORATION.

Passons aux opérations mécaniques par lesquelles, l'existence d'un gîte de minerais étant constatée, on étudie son allure sur une certaine étendue de terrain; ce sont, à proprement parler, les travaux de recherche préliminaires. Dans une région encore intacte, on peut les exécuter à l'aide de trois moyens différens : 1.° par *fouilles*, 2.° par *tranchées*, 3.° par *sondage*.

Moyens de recherche.

Nous appelons ici *fouilles* un système de petites excavations partielles, plus ou moins éloignées les unes des autres, dont chacune n'a jamais plus de 4 mètres de long et 2 mètres de large, avec une profondeur ordinairement telle, que deux ouvriers puissent y être placés l'un au-dessus de l'autre.

Fouilles.

Une telle fouille verticale peut devenir, par la suite, le commencement d'un puits, si l'on juge convenable de l'approfondir. Quelquefois on pratique, sur la pente d'une montagne, des fouilles horizontales qui peuvent, par la suite, devenir des galeries, si l'on juge à propos de les prolonger dans l'intérieur du terrain. Mais nous nous bornons, pour le moment, aux recherches préliminaires qui s'exécutent dans une

EXPLORATION. région encore intacte. Il sera question plus tard des recherches ultérieures qui se font par puits et galeries.

Tranchées. Une tranchée est une excavation continue, pratiquée à la surface du terrain, sur une longueur plus ou moins considérable, avec une largeur qui varie de 8 à 14 décimètres et une profondeur de 2 à 4 mètres.

Sondage. Le sondage consiste en un système de trous d'un ou plusieurs pouces de diamètre, qu'on pratique dans le terrain jusqu'à une profondeur plus ou moins considérable, à l'aide de l'instrument connu sous le nom de *sonde du mineur*.

Choix des moyens. Le principal but des fouilles est de dépouiller l'affleurement d'un gîte déjà présumé, en ouvrant la terre végétale qui le couvre : l'objet des tranchées est plus étendu; car une telle recherche comprend tous les affleuremens qui peuvent se présenter sous la terre végétale. Ces deux genres de recherche sont peu propres à faire découvrir de nouveaux filons ou de nouvelles couches; ils se bornent, le plus souvent, à présenter aux yeux, sur plusieurs points et près de la surface du terrain, la puissance, la direction, en un mot, les circonstances naturelles d'un ou de plusieurs gîtes de minerais qu'on a découverts par l'observation, et qu'on a jugés dignes d'examen. Le sondage, au contraire, est propre à chercher jusqu'à une profondeur considérable, par exemple de 200 mètres, des gîtes de minerais dont on ne connoît pas encore d'affleurement au jour. Ce genre de recherches ne fait pas voir le gîte lui-même dans son ensemble, comme les fouilles et les tranchées; mais ce que la sonde rapporte au jour met à même de juger de la nature des roches qu'elle a traversées, de la puissance des gîtes exploitables s'il s'en présente, de leur nombre si plusieurs se succèdent, et enfin de l'ordre de leur succession.

En même temps, par le moyen de plusieurs trous de sonde disposés convenablement et rapportés géométriquement sur le papier, il est facile d'acquérir une connoissance exacte de la direction et de l'inclinaison d'un gîte de minerais exploré par le sondage.

On emploie les fouilles, le plus souvent, pour l'examen des filons; les tranchées, pour les filons et pour les couches; le sondage, principalement pour les couches.

En réfléchissant sur la manière dont s'exécutent ces divers travaux, on sentira les motifs qui doivent faire préférer l'un ou l'autre. EXPLORATION.

Pour examiner un filon par des fouilles verticales, ce qui est le cas le plus ordinaire, il est à propos d'observer les règles suivantes : Recherche par fouilles.

1.° Quand on a déjà quelque connoissance de la direction et de l'inclinaison du gîte, on place les fouilles, de préférence, à son toit, parce qu'alors on risque moins de *manquer* le filon.

2.° On dispose chaque fouille de manière que son grand côté fasse un angle droit avec la direction du gîte à explorer, afin de mieux étudier la puissance du gîte.

3.° Dans les filons puissans, on place volontiers chaque fouille vers le milieu de la puissance, parce qu'on sait par expérience que c'est là qu'il y a le plus de minerais à espérer.

4.° Lorsque la direction du gîte est parfaitement connue, et qu'il ne s'agit plus que d'examiner son importance, on dispose les fouilles, suivant la direction, à 20 ou 40 mètres l'une de l'autre, et on les approfondit quelquefois jusqu'à dix mètres. S'il y a lieu par la suite, on choisit une de ces fouilles pour en faire un puits de recherche ultérieure.

Une tranchée se creuse comme un fossé. Ordinairement elle n'exige, comme les fouilles, qu'un simple travail de déblaiement ; pour exécuter une recherche par ce moyen, on observe les règles suivantes : 1.° si l'on se propose de reconnoître un seul gîte sur tout son affleurement, on ouvre la tranchée suivant la direction; 2.° le plus souvent il est avantageux, sur-tout à l'égard des couches, de placer la tranchée perpendiculairement à la direction du gîte, pour en reconnoître plusieurs à-la-fois; 3.° quand une tranchée n'a pas découvert les affleuremens cherchés, on la recoupe par une seconde tranchée, qui fait un angle avec la première. En général, ce moyen a l'inconvénient d'être plus coûteux que les fouilles partielles, et il ne jouit pas des encouragemens qui, dans plusieurs pays, sont accordés aux fouilles proprement dites, sous de certaines conditions propres à préserver de dégâts les propriétés de la surface. Recherche par tranchées.

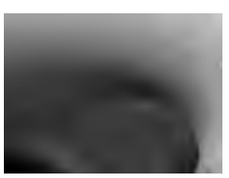
Le sondage exige l'emploi d'instrumens beaucoup plus compliqués que les fouilles et les tranchées. Nous nous bornerons ici à rappeler, le Recherche par sondage.

EXPLORATION. plus succinctement possible, les pièces d'une sonde, parce que la description détaillée s'en trouve dans plusieurs ouvrages : les planches et les explications qui accompagnent celui-ci, feront voir cet instrument employé, soit verticalement, soit horizontalement, et le présenteront avec quelques nouveaux perfectionnemens. (*Voyez* pl. 6, div. V.° et VI.°, ainsi que pl. 12, div. II.°, III.° et V.°)

Pièces de la sonde. On distingue dans une sonde, la *tête*, la *tige*, les *outils*, et les *pièces accessoires*. (*Voyez* pl. 6, div. V.° et VI.°)

Tête. La tête est une barre de fer cylindrique, terminée à sa partie supérieure, tantôt par un anneau propre à recevoir une barre de fer ou de bois, qu'on peut y placer pour faire tourner l'instrument, tantôt par un crochet destiné à recevoir un cable auquel la sonde puisse être suspendue. Dans le premier cas, qui est représenté sur la pl. 6, en m m′, div. VI.°, la barre de la tête porte quelquefois, au-dessous de son anneau, un collet (non exprimé) qui, pendant l'opération, est embrassé par la fourche d'un levier destiné à la soulever. Dans le second cas, la barre de la tête est soulevée par le cable, à l'aide d'une *chèvre*. Dans les deux cas, la partie inférieure de cette barre est pourvue, soit d'un écrou propre à recevoir une vis qui termine la tige à sa partie supérieure, comme l'indiquent les *fig.* a, b, soit d'un moyen d'assemblage équivalent, comme on le voit dans les *fig.* c d, e f, g h, i j, k l, m n, m′ n′, sur l'explication desquelles nous reviendrons à la fin de ce chapitre.

Tige. La tige est composée de plusieurs barres de fer cylindriques, ou à huit pans, égales entre elles, et susceptibles d'être assemblées l'une au bout de l'autre. Chacune de ces barres se termine ordinairement par une vis, à son extrémité supérieure, et par un écrou, à son extrémité inférieure (*voyez* a b). Dans plusieurs pays de mines, on a perfectionné l'assemblage des pièces de la tige, soit au moyen de la forme du pas de vis, soit en substituant aux vis d'autres moyens dont les figures déjà mentionnées de la pl. 6, division VI.°, donneront une idée suffisante. Remarquons seulement ce qui suit : 1.° le diamètre des tiges varie, pour les différentes espèces de sondes, depuis 6 lignes ou 14 millimètres, jusqu'à 45 millimètres; il est toujours moindre que le diamètre de



l'outil qui fore le trou; 2.° la longueur de chacune des pièces de tige est d'environ 3 mètres. EXPLORATION.

Les outils de la sonde sont des pièces de fer susceptibles d'être assemblées avec l'extrémité inférieure de la tige. (*Voyez* pl. 6, div. V.°) Leur forme et leur nom varient en raison de leur objet. On peut distinguer six sortes d'outils, ainsi qu'il suit : Outils.

1.° Les *tarières (a, b, c)* ont pour objet d'attaquer, près de la surface du terrain, les substances molles et les roches dites *éboulleuses* ou *tendres* (*voyez* chap. IV). Ces mêmes outils font l'office de *cuillers*. On emploie, suivant que le terrain l'exige, une tarière simple faite comme celle des charpentiers *(a)*, ou bien une tarière dont l'extrémité inférieure est en forme de vrille *(b)*, ou bien enfin une tarière cylindrique dont les bords inférieurs sont coupés en hélice *(c)*.

2.° Les *cuillers* sont destinées à rapporter du fond du trou les matières que la sonde a rencontrées. Cet outil est tantôt un demi-cylindre creux *(c)*, tantôt un cylindre entier, également creux, mais portant une ouverture longitudinale *(d)*. Dans certains cas, c'est un cylindre creux et fermé tout autour, mais dont la base inférieure présente une ouverture circulaire sur laquelle s'adapte une soupape (voy. *o, p, q*, div. VI.°). Les cuillers de cette dernière forme sont propres à retirer les eaux du fond d'un trou de sonde, quand on a besoin de les examiner. Quelquefois enfin on emploie une cuiller à sable *(r)*, terminée par un *tire-bourre* *(r')*, et portant un entonnoir *(r²)* dans lequel se réunissent les matières trop fluïdes ou trop meubles pour que les cuillers *a, b, c, d* puissent les contenir.

3.° Les *trépans* (*e, f, g*, div. V.°) conviennent pour percer les roches *traitables*, telles que les marnes et schistes; ces outils agissent en tournant dans le trou pratiqué par leur moyen.

4.° Les *ciseaux (h, i, j)* attaquent les roches *tenaces* et les substances *récalcitrantes*. Ces outils sont aigus ou obtus, simples ou croisés. Ils agissent sur-tout en frappant et ensuite en tournant un peu dans le trou de sonde.

5.° Les *casse-pierres (k, l)* servent à débarrasser le trou de sonde des pierres qui peuvent l'obstruer accidentellement. Un tel outil présente,

EXPLORATION. tantôt une pointe plus ou moins aiguë *(k* ou *l)*, tantôt deux dents à son extrémité inférieure; quelquefois c'est une masse cylindrique dont le diamètre est égal à celui du trou.

6.° Les *allésoirs* sont employés pour donner au trou la forme cylindrique qu'il doit conserver sur toute sa longueur. Un tel outil présente tantôt la forme d'une pyramide renversée, dont les arêtes sont tranchantes et les faces ordinairement planes, mais quelquefois creusées en gouttières *(m)*, tantôt la forme d'une pyramide armée de plusieurs tranchans successifs (voyez *n* à n^4); dans ce dernier cas, on le nomme aussi *trépan progressif.*

Accessoires. Parmi les pièces accessoires de la sonde, on remarque les suivantes :

1.° Le *tourne-à-gauche* (o p, div. VI.°) est une clef de fer, qui peut s'adapter sur l'une des carres que présente la tige. Cette pièce, qu'on dirige à la main, sert, pendant que la sonde agit en frappant, à la faire tourner dans le trou, d'un sixième de circonférence, après chaque coup; lorsqu'on veut retirer l'outil, le tourne-à-gauche sert à dévisser les pièces qui composent la tige. Le premier objet est rempli par un mécanisme plus commode, dans la sonde que présente la pl. 12, div. V.°

2.° La *curette* (q r) sert à retirer, des cuillers ou tarières, les matières que ces outils rapportent du trou de sonde.

3.° Différentes *clefs d'arrêt* sont employées pour maintenir suspendue dans le trou la partie inférieure de la tige, à mesure qu'on en retire la partie supérieure, quand on veut dévisser les pièces et parvenir à l'outil. (*Voy.* s.)

4.° Divers instrumens, dits *tire-bourres* ou *arrache-sondes*, servent à retirer du trou, soit les fragmens de pierres qui peuvent l'obstruer, soit la partie inférieure de la sonde, lorsque quelqu'une de ses pièces a éprouvé une fracture. Pour retirer les pierres, on emploie le tire-bourre *(s)*; quant aux arrache-sondes, l'un a la forme d'une cloche conique renfermant un écrou *(t, t')*; l'autre présente deux mâchoires élastiques *(u, u')*; un troisième enfin est un tire-bourre *(v)* capable d'embrasser la pièce qu'il s'agit de retirer.

5.° Un *support* est constamment nécessaire à la sonde, quand elle doit agir en frappant. C'est une *chèvre* ou un *cabestan* pour les grandes sondes;

c'est un simple appui vertical pour les sondes moins pesantes. Dans ce dernier cas, l'appui vertical est une pièce de bois qui porte une ouverture longitudinale, propre à donner passage à un levier situé horizontalement. Le levier horizontal dont il vient d'être question est posé perpendiculairement sur un boulon de fer également horizontal, qui traverse l'ouverture de l'appui; celui-ci est percé de trous situés à différentes hauteurs, dans lesquels on peut placer successivement le boulon horizontal destiné à porter le levier; par ce moyen, on peut faire varier la position de ce dernier, qui se trouve divisé par le boulon en deux leviers inégaux. Le bras-court se termine par la fourche déjà indiquée ci-dessus, qui embrasse le collet de la *tête;* ainsi, en abaissant l'extrémité du *bras-long,* on élève le *bras-court,* et avec lui la sonde, qui retombe ensuite par son poids, dès qu'on cesse de peser sur le bras opposé. EXPLORATION.

6.° Une *barre de rotation* est employée pour faire manœuvrer la sonde, quand elle doit agir en tournant. C'est tantôt une pièce de bois ou de fer qui passe dans l'anneau de la *tête,* perpendiculairement à la *tige,* tantôt une manivelle de bois ou de fer, propre à contenir la tige dans des mâchoires ajustées pour cet effet.

L'opération du sondage est pratiquée, avec diverses modifications, dans les mines, dans les tourbières, dans la recherche des fontaines, et dans le percement des puits d'eau douce ou d'eau salée. Nous ne considérerons ici que la sonde du mineur. On l'emploie, soit dans une position verticale (ordinairement de haut en bas, mais quelquefois de bas en haut), soit dans une position horizontale, soit enfin dans une position oblique: tantôt c'est pour reconnoître les différens bancs de terrain; tantôt pour établir, dans l'intérieur des mines, des communications nécessaires, soit à la circulation de l'air, soit à l'écoulement des eaux, soit à de nouvelles découvertes, soit à la recherche d'un gîte interrompu par un accident; souvent enfin le mineur emploie la sonde pour la recherche des eaux. Divers cas de sondage.

En considérant la sonde du mineur d'après ses dimensions, on peut établir les distinctions suivantes: Sonde du mineur.

1.° La *sonde portative* est employée, soit pour faire des recherches jusqu'à 15 ou 20 mètres de profondeur, soit pour opérer des perce-

EXPLORATION. mens quelconques dans l'intérieur des mines. Le trou que l'on fore avec cet instrument a environ 2 centimètres $\frac{1}{2}$ de diamètre.

2.° La *sonde du nord de la France* est employée jusqu'à la profondeur de 100 mètres; son outil fore un trou dont le diamètre est d'environ 6 centimètres.

3.° La *grande sonde*, dite *sonde d'Allemagne*, pénètre jusqu'à la profondeur de 200 mètres; son outil fore un trou dont le diamètre varie de 10 à 15 centimètres. On la fait manœurver à l'aide d'une chèvre dont la poulie est située verticalement au-dessus du trou : cette sonde agit en frappant et en tournant.

Règles du sondage. Les règles à suivre à l'égard du sondage ont pour objet, les unes la disposition générale des trous de sonde, les autres l'exécution d'un trou considéré seul. Nous ne ferons mention que des règles principales, et seulement à l'égard des recherches.

La disposition générale des trous de sonde est assujettie aux règles suivantes :

1.° Il faut déterminer, d'après les observations géognostiques rappelées ci-dessus, dans quel terrain il pourra être à propos d'établir un sondage.

2.° On ne peut pas se contenter d'un seul trou de sonde, tant parce qu'il faut au moins trois points non situés en ligne droite pour déterminer la position d'un plan, que parce que la puissance des bancs est souvent très-variable.

3.° Il importe de connoître exactement la direction et l'inclinaison générales des bancs de terrain dans lesquels on se propose de tenter un sondage, et de déterminer, d'après cette connoissance, la position exacte de chacun des trous de sonde, ainsi que la relation mutuelle qui pourra exister entre eux.

4.° En général, les trous de sonde doivent être placés au toit des bancs du terrain qu'il s'agit de traverser, et de manière à en traverser le plus grand nombre possible ; car il est évident que si on les plaçoit sur l'affleurement et suivant l'inclinaison d'un banc, on pourroit sonder indéfiniment sans sortir de ce même banc, et par conséquent sans rien

apprendre de nouveau; ce qui, plus d'une fois, a été, pour des entrepreneurs inexpérimentés, le seul fruit de leurs dépenses. EXPLORATION.

5.° On doit chercher à déterminer d'avance, autant qu'il sera possible, à quelle profondeur le sondage devra parvenir, et quelles roches on pourra rencontrer. On pourra prévoir, d'après cela, quelle machine il faudra employer pour faire manœuvrer la sonde, soit une chèvre, soit une moufle, soit une autre disposition; de quels outils il faudra faire usage, et quel devra être le diamètre du trou de sonde. Par exemple, relativement à la consistance des roches, on emploie le *ciseau* dans les grès des houillères, et par conséquent dans les roches plus tenaces; la tarière simple dans les schistes tendres, et par conséquent dans les roches qui ont moins de consistance, telles que les marnes (*voyez* chap. IV). Quant au diamètre du trou, nous avons déjà indiqué les diamètres des outils, relativement aux diverses profondeurs qu'on peut se proposer d'atteindre.

6.° Si une première découverte sur un gîte exploitable donne lieu de multiplier les trous de sonde, on doit apporter la plus grande attention aux changemens de direction, d'inclinaison et de puissance, et en général aux *accidens*, qui sont si fréquens dans les couches.

7.° Un journal exact et des dessins indicatifs de toutes les circonstances observées, sont indispensables dans tout sondage.

Passons à l'exécution d'un trou de sonde considéré seul : Exécution d'un trou de sonde.

1.° Avant de commencer un trou, il convient le plus souvent d'atteindre le roc par une fouille. Cela fait, on prépare le trou à l'aide du fleuret et du marteau, ou bien on fixe sur le roc une pièce de bois forée, dans laquelle on fait agir l'outil, jusqu'à ce que le trou de sonde soit devenu assez profond pour le maintenir dans la position convenable.

2.° Si c'est dans la terre végétale que l'on commence, ou dans une roche tendre que l'on opère, on emploie la tarière simple, en la faisant tourner dans le trou; et dès qu'elle est pleine, on la retire pour la vider. Si la ténacité de la roche exige l'emploi du ciseau, on s'en sert, ainsi qu'il a déjà été dit, en lui faisant frapper le fond du trou et en tournant la tige d'un sixième de circonférence après chaque coup; mais alors,

trou; car dès qu'on retire l'outil, le trou se remplit du sable qui s'écoule de la couche. Cependant, comme un pareil inconvénient ne se présente ordinairement que près de la surface du terrain, on peut essayer d'y remédier en creusant une petite fosse propre à recevoir les sables, et tâcher de continuer au-dessous à l'aide de tuyaux de bois, ainsi que nous l'indiquerons plus tard. (*Voyez* l'explication des figures ci-après.) EXPLORATION.

9.° Dans les intervalles du travail, on a soin de laisser la sonde dans le trou, que l'on ferme par-dessus, mais de manière à pouvoir ensuite la retirer facilement pour continuer.

Les avantages que présente le moyen de recherche dont nous venons de nous occuper, ne sont combattus que par les dépenses qu'entraîne un sondage; mais souvent ces dépenses mêmes sont peu de chose, en comparaison du bénéfice qu'offre le succès. Dépenses du sondage.

On rapporte qu'en Angleterre un trou de sonde de 600 pieds de profondeur coûte environ 6000 francs dans le terrain houiller. (*Voyez* tom. I.er des *Voyages métallurgiques* de M. Jars, pag. 182.) Il y a, dans ce pays, des entrepreneurs de sondage qui reçoivent 5 shillings (à 22 sous chacun) pour chacune des cinq ou dix premières toises, 10 shillings pour chacune des cinq suivantes, 15 pour chacune des cinq autres, et ainsi de suite, d'après une progression arithmétique dont la raison est cinq. Ces ouvriers se réservent en outre de travailler à la journée quand le terrain est très-dur. On peut calculer que, dans un tel accord, abstraction faite des augmentations accidentelles auxquelles peut donner lieu la dureté extraordinaire du terrain, un trou de sonde de 600 pieds de profondeur reviendroit à 5775 francs. Le prix moyen d'un pied de trou de sonde seroit alors d'environ 10 francs. Il paroît, d'après la même donnée, que si l'on se contente d'un trou de sonde de 60 pieds de profondeur, le prix total se réduit à 82 francs, et que le prix moyen du pied de trou de sonde est alors de 1 franc 3 décimes: tel est aussi, à peu de chose près, dans ce dernier cas, le prix d'un pied courant de trou de sonde aux mines d'Anzin, près Valenciennes, dans les terrains marneux, dits *terrains morts*, qui recouvrent, en cet endroit, les couches de houille, ainsi que nous le verrons ailleurs. (*Voyez* pl. 25 et 26.) Il seroit à desirer qu'il se formât en France des entreprises de

EXPLORATION. sondage dans plusieurs départemens qui, selon toute apparence, en retireroient de grands avantages, si les recherches étoient sagement dirigées.

Explication des Figures relatives au sondage; Objets accessoires de la Pl. 6.

Div. V.° Outils. Terminons cet aperçu, concernant le sondage, par l'explication succincte des figures que présente, à ce sujet, la pl. 6 dans ses divisions V.° et VI.° On y reconnoîtra les objets suivans:

a, b, c, d, tarières et cuillers; le plan inférieur ou la coupe horizontale de chacun de ces outils est placé au-dessous de son élévation, en *a', b', c', d'*.

Le moyen d'assemblage qui termine chaque outil à sa partie supérieure, n'est exprimé que sur la pièce *a*, par une vis; dans tous les autres outils, nous avons omis de répéter ce détail.

e, f, g, trépans dont on voit les plans en *e', f', g';*

h, i, j, ciseaux dont on voit les plans en *h', i', j';*

k, l, casse-pierres dont on voit les plans en *k', l';*

m, n, allésoirs: on voit en *m'* le plan inférieur de *m;* quatre coupes horizontales *(n^1, n^2, n^3, n^4)*, prises successivement aux quatre niveaux correspondans, développent la forme de l'allésoir, dit trépan progressif, *n;*

Div. VI.° Accessoires. *o, p, q,* pièce pour la recherche des eaux. Cette sorte de cuiller cylindrique présente deux étriers en fer *(1, 5)* ajustés perpendiculairement l'un à l'autre, autour d'un cylindre de laiton *(3)*, qui renferme un piston, et sur le fond duquel joue une soupape *(2)*. L'étrier *1* est susceptible de glisser dans les deux rainures *(1, q')* que présentent les collets du cylindre *3;* cet étrier peut se mouvoir ainsi avec le piston et avec une rondelle *4*, qu'il entraîne dans son mouvement. L'étrier *5* est fixé autour du cylindre *3* qu'il embrasse. Une vis qui termine la partie supérieure de cet étrier *5* sert à l'assembler avec une tige de sonde.

Dans la *fig. o*, la pièce est vue parallèlement à l'étrier *5;* dans la *fig. p*, la même pièce est vue parallèlement à l'étrier *1*, l'autre étrier *5* étant en partie brisé; dans la *fig. q*, l'étrier *1* est représenté seul, l'autre étant supprimé, et le cylindre *3* étant coupé suivant sa hauteur.

D'après ces détails, il sera facile de concevoir l'usage de cette pièce pour la recherche des eaux. Quand la pièce arrive au fond du trou de sonde, elle se trouve dans la situation qu'indiquent les *fig. o* et *p*. Alors le piston est au fond du cylindre *3* et la rondelle *4* est appliquée sur son ouverture supérieure; mais aussitôt que la partie inférieure de l'étrier *1* s'appuie sur le fond du trou rempli de l'eau qu'il s'agit d'examiner, cet étrier immobile laisse descendre, entre ses deux branches, le cylindre *3* qu'embrasse l'autre étrier *5*; il en résulte que, par la soupape *2*, l'eau entre dans le cylindre *3* qu'elle remplit. C'est le dernier moment de cet état de choses qui est représenté par la *fig. q*. Aussitôt la soupape *2* se referme, et l'on retire la sonde. Quand la pièce est revenue au jour, il ne s'agit plus que de faire sortir du cylindre l'eau qu'il contient, afin de l'examiner. Pour cet effet, on peut, soit élever la soupape en la poussant avec la main, soit démonter toute la pièce, qui est assemblée avec des vis, comme l'indiquent les figures. Ce second moyen est toujours nécessaire après une série d'opérations, pour que l'on puisse nettoyer et assécher la pièce. EXPLORATION.

On distinguera encore, dans la div. VI.° de la pl. 6, les objets ci-après:

r, cuiller à sable, portant à sa partie inférieure un *tire-bourre*, r^1, et au-dessus un entonnoir r^2, fixé par un étrier sur la tige de l'outil. On fait manœuvrer cette cuiller dans l'intérieur d'un gros tuyau de bois, qui est enfoncé verticalement dans le terrain mouvant où elle doit agir.

s, tire-bourre ou arrache-pierre;

t, *u*, arrache-sondes, avec leurs plans *t'*, *u'*. La pièce *t*, *t'* a la forme d'une cloche alongée, dans l'intérieur de laquelle se trouve un écrou capable de saisir et d'embrasser une tige de fer qu'il s'agit de retirer d'un trou de sonde. La pièce *u*, *u'* présente deux mâchoires élastiques, propres à produire le même effet.

v, arrache-sonde en tire-bourre.

Les figures suivantes concernent l'assemblage des tiges et outils de la sonde, savoir: Moyens d'assemblage.

a, b, extrémités de deux pièces, dont l'une porte une vis *x*, et l'autre un écrou *x'*;

EXPLORATION.

cd, ef, gh, autre moyen d'assemblage; la pièce c est la même que l'on voit en e, mais après qu'elle a fait un quart de conversion; la pièce d est la même que l'on voit en f *(idem)*. On voit en gh l'assemblage qui résulte de ce que les extrémités z, y, entrent l'une dans l'autre.

ij, kl, mn, autre moyen d'assemblage. La pièce i est la même que la pièce k, mais vue après un quart de conversion; la pièce j est la même que l *(idem)*. L'extrémité δ ou δ' reçoit l'extrémité β ou β'. Les *fig.* mn et m'n', prises en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, font voir l'ajustement de ces deux extrémités, en $\delta\beta$ et $\delta'\beta'$.

mn, m'n', assemblage de la tête m d'une sonde avec une tige n.

op, tourne-à gauche; qr, curette; s, clef d'arrêt : le trou circulaire que présente cette dernière pièce, reçoit un crochet de fer, lié à l'extrémité d'une corde dont l'autre bout est attaché à un point fixe. Par ce moyen, la sonde reste suspendue ou *arrêtée* dans l'échancrure carrée que porte la clef s.

CHAPITRE VI.

DES MOYENS OU TENTATIVES PAR LESQUELS, EN CAS DE DÉCOUVERTE, ON PEUT CONVERTIR LES TRAVAUX DE RECHERCHE EN EXPLOITATION PERMANENTE.

Tentatives.

Ce n'est qu'après s'être bien assuré de l'existence et de l'allure générale d'un gîte de minerais, à l'aide des fouilles, des tranchées et du sondage, qu'il peut être à propos de pratiquer des puits ou des galeries de *tentative*, dans une région encore intacte. La marche qu'il est prudent de tenir, en pareil cas, étant à-peu-près la même que pour les cas où l'espoir se fonde sur d'anciens travaux jugés dignes d'être repris, ou sur l'existence actuelle d'une exploitation active, nous allons considérer, pour ces trois cas en même temps, la manière de substituer aux recherches préliminaires, des puits et des galeries propres à convertir les premiers travaux en une exploitation permanente.

Tentatives sur filons.

En général, pour la recherche d'un filon dont l'affleurement est connu, il convient d'étudier le gîte de minerais sur une grande étendue, tant au sein de la montagne qui le renferme, que dans la montagne opposée où il peut se prolonger. Cet examen peut s'opérer, soit par une galerie pratiquée dans le gîte suivant sa direction, soit par des puits ouverts sur l'affleurement du filon, et approfondis suivant son inclinaison.

Tentatives sur couches.

Pour l'examen des couches, et sur-tout à l'égard des couches de houille qui se présentent rarement solitaires, il est à desirer de pouvoir en traverser plusieurs par un même ouvrage. Cela peut s'exécuter, soit par un puits, si les couches se rapprochent de la situation horizontale, soit par une galerie, si elles sont très-inclinées.

Choix des moyens.

Il ne seroit pas possible de prescrire des règles propres à déterminer toujours le choix entre les puits et les galeries de tentative, qu'il faut d'ailleurs combiner le plus souvent ensemble; il pourra cependant être utile de se rappeler, en pareil cas, les considérations suivantes:

TENTATIVES.

Galeries.

1.° Les galeries sont moins coûteuses que les puits. L'exécution de ces derniers est possible par-tout, en pays de plaine, comme en pays de montagnes; il n'en est pas de même des galeries.

2.° Les galeries sont préférables aux puits, pour une tentative, quand on peut les percer sur le flanc d'une montagne qui présente l'affleurement d'un filon, quand les eaux abondent dans le gîte à explorer, et sur-tout quand on peut placer l'orifice d'une galerie à un niveau tel, qu'elle fasse, pendant long-temps, l'office de galerie d'écoulement et de galerie d'extraction.

Puits.

3.° Les puits pratiqués de distance en distance offrent l'avantage d'explorer promptement un plus grand nombre de points, que les galeries ne peuvent le faire, sur-tout à l'égard d'un gîte dont l'affleurement est bien connu. Cette remarque est vraie, tant pour un pays de montagnes, que pour un pays de plaine: dans ce dernier cas, les puits sont les seuls moyens qu'on puisse tenter.

Motifs de préférence.

4.° Quelquefois, dans des travaux abandonnés où il se trouvera des traces de puits effondrés et des orifices de galeries affaissées, on aura lieu de craindre que tout le minerai n'ait déjà été exploité par les puits jusqu'au niveau de la galerie et même au-dessous. Ce seroit alors un motif de préférence, en faveur des galeries; il conviendroit, en pareil cas, d'en percer une nouvelle à un niveau plus bas que les anciennes: mais il faudra se garder aussi de porter trop bas, dès le commencement, l'orifice d'une telle galerie, si l'on doit, par la suite, se trouver dans la nécessité de la mettre en communication avec des puits aboutissant au jour; car on pourroit se voir obligé par-là de donner aux puits une profondeur très-considérable.

5.° Il se présente une différence remarquable entre l'emploi des puits et l'emploi des galeries dans les tentatives; c'est qu'il peut être avantageux, en plusieurs cas, de pratiquer, dès l'origine, une seule galerie continue, tandis qu'il seroit toujours imprudent de pratiquer, à la même époque, un seul puits continu qui coûteroit dix fois aussi cher, qui favoriseroit moins l'airage, l'épuisement et l'extraction, et qui seroit loin de pouvoir procurer des renseignemens aussi étendus qu'une galerie.

6.° En pays de plaine, il sera toujours à propos de combiner les tentatives par puits partant du jour, avec les tentatives par portions de galerie, partant du fond des puits et non poussées jusqu'au jour. On foncera, par exemple, des puits de 100 en 100 mètres; et à partir du fond de chacun d'eux, on pratiquera deux portions de galeries, l'une dans un sens, l'autre dans le sens opposé, et chacune de 30 mètres de longueur. Si c'est dans un filon, ou dans une couche isolée, qu'une telle recherche s'opère, les portions de galerie suivront la direction du gîte, et il restera, par conséquent, entre celle qui partira de la gauche d'un puits, et celle qui partira de la droite du puits voisin, un espace de 40 mètres non exploré: si c'est dans des couches de houille que la recherche a lieu, il sera convenable de percer les portions de galerie à partir du fond des puits, non pas suivant la direction des couches, mais transversalement, afin d'en *recouper* le plus grand nombre possible. Supposons enfin que, dans ce dernier cas, l'inclinaison des couches vienne à se rapprocher de la ligne horizontale; alors, au lieu de continuer les portions de galerie, on traverseroit les couches par des puits partant de l'extrémité des galeries, de manière à s'avancer toujours perpendiculairement aux bancs du terrain.

TENTATIVES.

Réunion des moyens.

7.° En pays de montagnes, il sera souvent avantageux de commencer les tentatives par une galerie partant du jour, galerie que l'on pourra mettre en communication avec des puits également partant du jour. Une telle galerie devra, en général, suivre la direction du gîte, s'il s'agit d'un filon, ou d'une couche solitaire; mais elle devra traverser les bancs du terrain, s'il s'agit de reconnoître des couches de houille, ou plusieurs gîtes présumés parallèles entre eux.

Ce sera d'après les localités, qu'on choisira entre ces divers moyens ou qu'on les combinera.

S'il s'agit de reprendre d'anciens travaux abandonnés, on commencera par examiner les plus gros tas de déblais, pour en soumettre de certaines parties aux opérations du lavage, et on essaiera les fragmens de minerais qu'ils pourront contenir. On pourra ensuite, en ayant égard à ce qui a été dit ci-dessus, rendre praticable quelque ancienne galerie qui présentera peut-être aux yeux le gîte de minerais dépouillé; ou bien

Anciens travaux.

TENTATIVES.

on tentera de rouvrir quelque ancien puits dans lequel on fera descendre un ouvrier suspendu à une corde; mais comme l'air est ordinairement très-vicié dans de pareils ouvrages délaissés, il faudra procéder avec prudence, à l'aide des moyens dont il sera fait mention plus tard, au sujet de l'airage. La meilleure preuve qu'un homme pourroit descendre sans danger dans un puits abandonné, ce seroit qu'une lumière pût y brûler long-temps. Quant aux eaux réunies dans de telles excavations, si elles ne peuvent trouver leur écoulement par une galerie existante, on commencera par les épuiser à l'aide de seaux ou de pompes à bras: lorsque ces moyens ne suffiront plus, il deviendra indispensable d'avoir recours aux machines que nécessite une grande exploitation. (*Voy.* pl. 33 et suivantes.)

Mines en activité.

Dans une contrée où il existera déjà des mines en activité, on appliquera facilement ce qui précède, pour la recherche de nouveaux gîtes exploitables, en saisissant les occasions fréquentes qui se présenteront de coordonner les ouvrages nouveaux avec des puits et galeries déjà existans.

Questions à résoudre.

Il ne suffit pas d'avoir constaté, par des tentatives, l'existence d'un gîte de minerais, pour y établir aussitôt une exploitation permanente. Ici se présente un nouvel enchaînement de considérations, d'après lesquelles tout entrepreneur sage examinera si le gîte reconnu mérite d'être exploité, c'est-à-dire, s'il peut l'être avec avantage.

Quelle valeur a dans le commerce la substance que fourniroit le gîte connu! quels seroient les débouchés et les moyens de transport! quel espoir d'abondance et de régularité dans les produits est-il raisonnable de concevoir, d'après la disposition intérieure du gîte! quelles opérations plus ou moins compliquées devroit subir le minerai parvenu au jour! telles sont les premières questions à résoudre; mais ce ne sont pas, à beaucoup près, les seules.

Après avoir étudié la nature des minerais et la nature du gîte, il n'est pas moins nécessaire d'avoir égard à la nature des terrains qui le renferment, et de l'observer tant à l'intérieur qu'au dehors.

A l'intérieur, faudra-t-il, pour obtenir le minerai, arracher avec lui une partie des roches environnantes! que fera-t-on des déblais! jusqu'à

quel point la consistance des roches pourra-t-elle épargner ou exiger des constructions coûteuses de boisage ou de muraillement ? les eaux abondent-elles dans les travaux souterrains ? l'air y sera-t-il sujet à se vicier ? au-dehors, la disposition des montagnes offre-t-elle des différences de niveau qui puissent permettre d'établir des galeries d'écoulement jusqu'à une profondeur considérable ? aura-t-on des eaux motrices, avec les chutes nécessaires pour le mouvement des machines hydrauliques, ou bien pourra-t-on employer des machines d'un autre genre ? Ce n'est pas tout : il faut encore examiner quelle sera la disposition générale des travaux souterrains, jusqu'à quel point ils pourront être réguliers, quelles seront leur étendue et leur profondeur, quelles facilités ils pourront offrir pour le roulage et pour l'extraction ; il faut enfin connoître le prix de la main-d'œuvre et des divers objets de consommation, juger de la capacité des hommes qu'on se propose d'employer, soit comme ouvriers, soit comme directeurs, soit comme comptables, et méditer les lois relatives aux mines, lois qui, dans les divers états, sont plus ou moins favorables au développement de l'industrie du mineur. Combien d'entrepreneurs téméraires, s'obstinant, faute des premiers élémens de l'art des mines, à le regarder comme un art purement conjectural, n'ont-ils pas eu lieu de se repentir d'avoir omis quelqu'une de ces importantes considérations ! C'est uniquement d'après leur ensemble qu'il est possible de calculer les obstacles à vaincre, et de concevoir des espérances raisonnables. Quelque prudent que puisse être le mineur, il n'est à la vérité que trop de circonstances qui échappent encore à ses recherches ; mais c'est une raison de plus pour ne rien négliger de ce qui peut être soumis aux calculs de la prudence.

CHAPITRE VII.

DES DIVERS MOYENS DE DESCENDRE DANS LES MINES, DE LES ÉCLAIRER ET D'Y RÉGLER LE TRAVAIL DES OUVRIERS.

Des Moyens de descendre dans les Mines.

DESCENTE.

On se sert, pour descendre dans les mines, tantôt de chemins inclinés sur lesquels les hommes peuvent se tenir debout ou se laisser glisser étant assis, tantôt d'escaliers, tantôt d'échelles, tantôt de cables ou de chaînes d'extraction; mais il n'est pas indifférent, sous les rapports de sûreté et d'économie, d'employer l'un ou l'autre de ces moyens.

Rampes.

Les chemins inclinés ou *rampes* sont rarement employés dans les grandes mines métallifères, du moins comme moyen général de descente. Ils sont très-usités dans les exploitations à ciel ouvert, et dans certaines parties des mines de houille.

Il en existe dans plusieurs mines de sel gemme et dans quelques carrières, où la masse à excaver présente d'énormes dimensions et se laisse entailler facilement; par exemple, au pays de Salzbourg, à Wieliczka, aux carrières d'Andernach, &c. Si les hommes ou les chevaux doivent marcher sur un tel chemin, son inclinaison n'excède guère 25 degrés; elle va jusqu'à 45, si les hommes doivent se laisser glisser dessus : alors il se trouve, le long du chemin, une corde propre à retarder la descente, et, d'espace en espace, quelques saillies qui facilitent la montée. (*Voyez* pl. 22.)

Escaliers.

Les escaliers ne peuvent convenir qu'à des mines qui offrent l'espoir d'une très-longue exploitation; nous les verrons employés aux mines du Stahlberg, de Fahlun, d'Idria et de Wieliczka (pl. 17, 19, 20, 22): on les fait en bois ou en maçonnerie, ou taillés dans le roc.

Les moyens de descente les plus ordinaires sont les échelles et les cables ou chaînes d'extraction. Dans quelques exploitations, une échelle n'est autre chose qu'un arbre vertical dans lequel sont disposées des traverses horizontales de bois ou de fer; ou bien c'est un arbre vertical qui présente des saillies disposées alternativement à droite et à gauche. Il se trouve de telles échelles dans les mines du Mexique et dans quelques mines de la Suède : on peut, dans certains passages difficiles, avoir recours momentanément à l'emploi des échelles de corde.

DESCENTE. Échelles.

Une échelle ordinaire, ayant deux montans en bois de sapin ou de chêne, est le moyen qu'on emploie le plus communément dans les grandes exploitations. Les montans et les échelons présentent en général les dimensions et la forme qui sont indiqués par la pl. 11, d'après l'exemple du Hartz.

Quand les localités le permettent, il est utile de donner les mêmes dimensions à toutes les échelles, c'est-à-dire, 3 à 4 mètres de longueur.

Les échelles sont disposées dans les puits, soit dans une situation verticale, soit dans une situation inclinée; elles sont ordinairement séparées, par une cloison, de la partie du puits où s'opère l'extraction. De distance en distance, il se trouve, sur le cours d'une telle descente, des planchers de repos, dont chacun porte une ouverture propre à laisser passer un homme. Des crampons de fer sont employés pour fixer les échelles sur leurs appuis.

Les échelles verticales ne conviennent, en général, qu'aux puits verticaux : elles sont les plus fatigantes pour les hommes; mais elles sont les plus solides, les plus faciles à réparer, et celles qui exigent le moins d'espace; sur ces échelles, plusieurs hommes peuvent se suivre de près sans que la charge soit trop forte; et si un échelon vient à se rompre, l'homme tombe sur l'échelon inférieur. Il n'en est pas de même des échelles inclinées; cependant, celles-ci sont au moins aussi usitées que les échelles verticales, soit dans des puits verticaux et profonds, où elles rendent moins pénible la descente et sur-tout la montée, soit dans des puits inclinés, où nous aurons souvent occasion de les voir, par exemple dans le Hartz et dans le Erzgebirge (pl. 13 à 16). On a reconnu avantageux en plusieurs endroits, par exemple dans les mines de houille

DESCENTE.

d'Anzin, département du Nord, de diminuer encore la fatigue de l'ouvrier, en disposant la descente de telle manière, qu'après avoir parcouru un certain espace sur des échelles inclinées, il soit obligé, pour arriver aux échelles suivantes, de parcourir une portion de galerie horizontale. Mais de semblables descentes, dont l'indication se voit sur la pl. 10, ne sont pas sans inconvéniens sous le rapport de la dépense et de l'airage; elles ne sauroient d'ailleurs convenir à tous les genres d'exploitations.

Cables et chaînes.

Il n'est pas d'échelles, quelque fatigantes qu'elles puissent être, qui ne soient préférables, comme moyen de descente, aux cables et sur-tout aux chaînes d'extraction, quoique ces deux derniers moyens dispensent l'homme de toute fatigue. Les hommes qui descendent ainsi sont suspendus dans un puits vertical, soit sur des traverses fixées horizontalement au cable ou à la chaîne, soit sur une sorte de selle ou de fauteuil, soit enfin dans une tonne: leur existence est confiée, comme le seroit une charge de minerais, au moteur de la machine d'extraction et à la solidité présumée de ses matériaux.

Inconvéniens de ce mode.

Le danger auquel les hommes sont exposés, par ce moyen de descente, n'est cependant encore que son moindre inconvénient; car on apporte, du moins ordinairement, un soin tout particulier à visiter les cables, ainsi que toutes les pièces de la machine, à ne la charger que d'un poids très-inférieur à celui qu'elle pourroit soutenir, et à modérer convenablement le moteur; de plus, on n'emploie que des cables ou des chaînes de fer bien éprouvés; et même, en plusieurs endroits, on a proscrit l'usage de ces dernières, parce qu'elles sont incomparablement plus sujettes à se rompre que les cables de chanvre. Malgré toutes ces précautions, et même en partie à cause du temps qu'elles exigent, les mines où ce mode vicieux est encore en usage éprouvent un dommage considérable, sous le rapport de l'extraction des matières: en effet, les machines propres à cet objet sont employées pendant une partie de la journée au transport des ouvriers; il en résulte une perte de temps dispendieuse; et si l'on suppose même qu'une machine d'extraction soit exclusivement consacrée à la descente, elle nécessite toujours beaucoup plus de frais que des échelles. C'est par motif d'économie,

autant que par motif de sûreté, que ce mode de descente est interdit dans les plus florissantes exploitations de l'Allemagne. DESCENTE.

Il est à regretter qu'on en fasse encore un usage trop fréquent en France, ainsi que dans les mines de houille du pays de Liége, où l'on emploie exclusivement des chaînes de fer.

Des Moyens d'éclairer les Mines.

Les moyens d'éclairage les plus usités dans les mines sont les huiles communes et le suif. Quelquefois, dans de vastes excavations, par exemple en Suède et en Norwége, on brûle des torches de bois résineux; mais ce moyen est rarement applicable, à cause de la mauvaise odeur. ÉCLAIRAGE.

L'huile est employée dans diverses lampes fermées, et propres à être portées ou suspendues, sans que leur réservoir quitte la situation horizontale qui lui convient. (*Voyez* pl. 5, div. II.° et III.°, et pl. 8, div. VII.°) Il est essentiel de ne donner aux mèches que la grosseur absolument nécessaire pour l'éclairage : on assure l'exécution de cette règle d'économie, en déterminant la quantité de matière combustible qu'exige le travail de chaque homme, et en la distribuant à chacun, soit en nature, soit en argent. Pour un poste de huit heures, on compte communément trois onces et demie d'huile par lampe d'ouvrier. Telle est la règle dans toutes les mines métallifères du Hartz; mais dans les mines de houille du pays de la Marck et de la Silésie, on compte quatre onces par lampe d'ouvrier. Lampes à huile.

Le suif de cheval, venant de Russie, est quelquefois employé dans de larges vases ou lampes ouvertes, comme par exemple au Hartz, pour l'éclairage des surveillans et de certains ouvriers sujets à de fréquens déplacemens. (*Voyez* pl. 5, div. II.°) Cette matière blanche et consistante est disposée en un petit monceau sur la partie postérieure de la lampe, dont la mèche est contenue sur le bec du vase, par le moyen d'une pièce mobile de métal. Dans une telle lampe, la portion de suif qui fait face à la mèche ne se fond que successivement, à mesure que la portion déjà fluide est consumée par la flamme. La dépense de suif, pour un poste de 8 heures, varie de quatre onces et demie à sept onces par homme, suivant les divers emplois. Lampes à suif.

ÉCLAIRAGE.

Chandelles.

C'est à l'état de chandelles plongées, dites *chandelles à la baguette*, que le suif commun est le plus souvent employé. On en fait douze à seize et quelquefois jusqu'à cent quarante à la livre. Il est avantageux de donner aux chandelles de mine les moindres dimensions qu'il est possible, pourvu toutefois qu'elles puissent éclairer suffisamment : plus elles sont petites, plus il devient facile d'en proportionner la distribution au travail de l'ouvrier, et moins il se perd de suif quand la chandelle coule, ainsi qu'il arrive fréquemment dans les mines où la température est élevée, et la circulation de l'air quelquefois très-variable. Les mèches sont communément formées de trente fils de coton, et quelquefois de chanvre, comme aux mines d'Anzin. On a essayé, avec quelque succès, en Bavière, de donner aux chandelles de mines des mèches formées de brins de sapin entortillés de coton. Le chandelier du mineur est ordinairement un manche de bois ou de métal, percé d'un trou vers le milieu et armé d'une pointe à l'une de ses extrémités. (*Voyez* pl. 5, div. II.°) Dans les mines de Freyberg, le mineur place sa lampe ou sa chandelle dans une petite caisse de bois, qu'il suspend à son vêtement par un crochet. On emploie, dans cette contrée, des chandelles de 140 à la livre, dans la composition desquelles il entre quelquefois un peu de cire, ce qui les rend moins sujettes à couler. (*Voyez* pl. 5, div. II.°)

Exemples.

Un mineur use 16 à 18 petits cierges de cette sorte, en un poste de 8 heures, c'est-à-dire, environ 2 onces de suif. Depuis quelques années, on préfère l'emploi de l'huile à ce mode d'éclairage, dans la plupart des mines de Freyberg.

Dans les mines métalliques de Poullaouen en France, chaque mineur dépense, en 12 heures, trois chandelles qui équivalent à 4 onces; dans les mines de houille d'Anzin, chaque mineur reçoit 4 chandelles ou 4 onces de suif, ancien poids de France, par poste de 8 heures. Dans les mines de mercure d'Idria, chaque mineur dépense 3 onces et $\frac{1}{2}$ de chandelle par poste de 8 heures, ou bien 3 onces d'huile (poids de Vienne).

Choix des moyens.

Ce n'est que d'après les circonstances locales d'une exploitation, qu'il est possible de préférer, d'une manière absolue, pour son éclairage, l'emploi des lampes et de l'huile, ou l'emploi des chandelles : à

la vérité, on peut admettre qu'en un grand nombre d'endroits, l'éclairage coûte moins cher par les lampes que par les chandelles; mais il n'en est pas de même par-tout : aux mines d'Idria, par exemple, ainsi qu'à Poullaouen en France, l'éclairage par le suif est moins cher; dans plusieurs mines de houille, on regarde ce moyen comme le seul convenable, malgré sa cherté, à cause de la difficulté de combustion que l'éclairage par l'huile éprouve au sein d'un air vicié. Il est cependant beaucoup d'exploitations du même genre, où l'on ne fait aucun usage de chandelles. ÉCLAIRAGE.

Dans tous les espaces souterrains où les lampes ne sont pas sujettes à être renversées et où leur clarté peut suffire, elles ont l'avantage de ne pas couler comme les chandelles, et d'être propres à donner plus ou moins de lumière, suivant que l'on augmente ou diminue la grosseur de la mèche. D'un autre côté, la chandelle est d'un emploi commode pour le mineur, parce qu'il peut s'exempter de la porter, en plaçant le chandelier sur son toquet, et parce qu'en général la chandelle exige de sa part moins d'attention qu'une lampe.

Dans les exploitations où l'air est vicié, l'ouvrier incline sa chandelle pour la faire brûler plus activement, ce qui occasionne une perte considérable de suif. En pareil cas, soit qu'on se serve de chandelles, soit qu'on emploie les lampes, on les tient dans le courant d'air, sans les abriter. Si le gaz à redouter est du gaz acide carbonique, on évite de les placer trop bas, et on les multiplie, ce qui malheureusement vicie l'air de plus en plus; si c'est du gaz hydrogène, comme il arrive souvent dans les mines de houille, on diminue le nombre des lumières autant que possible, et on les place plutôt en bas qu'en haut, à cause de la légèreté de ce gaz inflammable. Il importe sur-tout d'observer sans cesse la couleur de la flamme, dont la pointe se montre d'autant plus colorée en bleu, que le gaz hydrogène est plus abondant. Précautions à prendre.

Pour observer ce phénomène, qui peut décider de sa vie, le mineur expérimenté n'a besoin que de placer, entre la lumière et son œil, sa main ouverte, qu'il élève jusqu'à ce qu'il n'aperçoive plus que la pointe de la lumière. Dès qu'elle annonce une abondante combustion d'hydrogène, qui pourroit être bientôt suivie d'une détonation, ce que l'on

ÉCLAIRAGE.

peut faire de mieux, pour se soustraire au danger imminent, c'est d'éteindre les lumières et de se coucher à plat ventre.

Rouet à silex.

Nous avons déjà fait mention, dans le I.er volume de cet ouvrage, d'un moyen inventé en Angleterre par M. Speding, sous le nom de moulin ou *rouet* à silex, pour mettre les mineurs à l'abri des terribles inflammations du gaz hydrogène. (*Voyez* pl. 5, div. II.°)

Cette machine consiste en un cadre de fer dans lequel sont établis deux axes de rotation parallèles. L'un de ces axes est terminé par une manivelle et porte une roue dentée; l'autre traverse une lanterne d'engrenage, et plus loin une roue d'acier qui tourne dans un plan vertical, lorsqu'on imprime le mouvement à la manivelle. En présentant alors un morceau de quartz à la roue d'acier, on en fait jaillir des étincelles qui éclairent les ouvriers : mais malheureusement on a reconnu que ces étincelles sont capables d'enflammer le gaz hydrogène, et que le rouet à silex peut encore procurer de la clarté, même lorsque l'air dans lequel on le met en jeu est funeste aux hommes qui le respirent.

Appareil antiméphitique.

Un appareil inventé par M. de Humboldt offre un moyen précieux de pénétrer dans les excavations remplies de gaz délétères, quand ils ne sont pas explosifs. (*Voyez* pl. 5, div. III.°). Cette ingénieuse application de l'appareil qui est connu sous le nom de *fontaine de Héron*, consiste en deux réservoirs, ou caisses de tôle, superposés l'un à l'autre et séparés par une cloison horizontale, dite *diaphragme* : le réservoir supérieur contient de l'eau; le réservoir inférieur est plein d'air respirable. Le diaphragme est percé de deux trous circulaires, sur chacun desquels s'ajuste un tube. L'un des deux tubes s'élève au-dessus du diaphragme, dans le réservoir d'eau, et il va traverser le fond supérieur de l'appareil, tandis que l'autre tube établit une communication entre la partie inférieure du réservoir d'eau et la partie supérieure du réservoir d'air. Ainsi l'eau, en tombant, par ce dernier tube, du réservoir supérieur dans le réservoir inférieur, exerce sur l'air contenu dans celui-ci, une pression qui le fait sortir par le tube supérieur. L'extrémité de celui-ci se divise, au-dehors de l'appareil, en plusieurs branches qui aboutissent dans l'intérieur et autour de la mèche d'une lampe à courant d'air. (*Voyez* pl. 5, div. IV.°)

On peut, par ce moyen, pénétrer dans une excavation où l'air n'est pas très-méphitique; mais s'il est entièrement vicié, il faut se servir en outre d'un appareil respiratoire. (*Voyez* pl. 5, div. III.°)

Appareil respiratoire.

Cet appareil, autre invention de M. de Humboldt, présente, soit une grande caisse remplie d'air atmosphérique, exactement fermée, et propre à être traînée sur des roulettes, soit des ballons de taffetas gommé, remplis d'air et garnis d'un ajutage soigné; en un mot, un réservoir d'air respirable, susceptible d'être transporté dans la mine. De ce réservoir d'air part un tuyau de cuir, terminé par une embouchure en avant de laquelle sont ajustés deux clapets à charnière. L'un des clapets, disposé transversalement dans le tube, est suspendu à sa charnière; il peut s'ouvrir du côté de l'embouchure, et donner passage à l'air respirable qui vient du réservoir. L'autre clapet, appliqué sur la partie supérieure du tube, et plus près de l'embouchure que le premier, peut s'ouvrir en dehors, donner passage à l'air expiré et se refermer par son poids. Ces deux clapets s'ouvrent et se ferment alternativement, ainsi qu'il suit : l'homme qui veut pénétrer dans le gaz non respirable, ajuste l'embouchure du tube sur ses lèvres, après avoir bouché ses narines, et il traîne la caisse derrière lui, ou porte les ballons remplis d'air. Quand il appelle l'air dans ses poumons, le clapet transversal s'ouvre, par l'effet de l'aspiration et de l'élasticité de l'air contenu dans le réservoir, tandis que l'autre clapet se tient fermé par son poids; ainsi, l'air du réservoir parvient dans la bouche de l'homme. Quand l'homme chasse l'air de ses poumons, le clapet d'expiration s'ouvre, en s'élevant, poussé par la force du souffle, tandis que la même force presse contre le clapet d'aspiration, qu'elle tient fermé. Ce jeu alternatif se répétant, l'homme pourvu de la lampe et du réservoir d'air dont il a été fait mention ci-dessus, peut parcourir les travaux remplis de gaz délétères mais non explosifs, tant que ces deux appareils contiennent encore de l'air pur. L'appareil antiméphitique est garni de robinets à l'aide desquels on peut régler la dépense d'air, et que l'on ferme tout-à-fait, si l'air extérieur vient à être respirable. Quant à l'appareil respiratoire, on ne sauroit apporter trop de soin à rendre facile et sûr le jeu de ses clapets.

ÉCLAIRAGE.

Lampe de sûreté.

Trop souvent, et sur-tout dans l'exploitation de la houille, c'est par la présence d'un gaz inflammable, dit gaz hydrogène carboné (ou *feu grisou*), que l'air des mines est vicié. Alors, le mineur ne peut trouver une parfaite sécurité que dans l'emploi de la lampe qui a été inventée en Angleterre, par M. Davy, dans ces dernières années, et qui déjà est généralement connue sous le nom de lampe de sûreté. (*Voyez* pl. 8, div. VII.°)

Construction.

Cette lampe comprend deux parties distinctes, savoir : 1.° un réservoir d'huile qui n'est autre chose qu'une lampe ordinaire, en cuivre, lampe dont le porte-mèche est situé au centre de sa partie supérieure; 2.° un cylindre de gaze métallique, fermé à son extrémité supérieure par un tissu de même nature, ouvert à son extrémité inférieure, et fixé à vis, par celle-ci, sur le couvercle du réservoir d'huile, autour de la mèche, qui se trouve ainsi comme emprisonnée sous le cylindre. Au moyen de cette disposition, la flamme de la lampe ne peut recevoir le contact de l'air extérieur, et ne peut transmettre la lumière qu'à travers un tissu métallique. Ce tissu, par sa propriété réfrigérante, empêche qu'un mélange explosif de gaz délétère et d'air atmosphérique, si un tel mélange vient à s'enflammer dans l'intérieur du cylindre, ne puisse communiquer l'explosion à l'extérieur.

D'après les expériences de M. Davy, la gaze métallique doit offrir de 676 à 900 ouvertures par pouce carré, et la grosseur du fil de métal doit être de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{50}$ de pouce.

Cette lampe de sûreté est en même temps un régulateur, et, pour ainsi dire, un eudiomètre précieux pour le mineur; car l'état de la flamme, qu'il peut observer dans l'intérieur du cylindre, le met à même de voir jusqu'à quel point est vicié l'air contenu dans les travaux souterrains.

Effet.

Dès qu'il y a dégagement de gaz hydrogène, la flamme de la lampe augmente de volume : si le gaz hydrogène entre pour un douzième dans la composition du volume de l'air, c'est-à-dire, aussitôt que le mélange est parvenu à cette proportion des deux airs qui le rend explosif, le cylindre métallique se remplit d'une flamme qui résulte de la com-

bustion du gaz hydrogène; mais, au centre de cette flamme, celle de la mèche se fait apercevoir. ÉCLAIRAGE.

Le mélange le plus explosif est celui où le gaz hydrogène entre pour un neuvième dans la composition du volume de l'air. En pareil cas, la lampe continue d'éclairer le mineur sans danger, ainsi qu'il a été dit ci-dessus pour le cas de la proportion d'un douzième à un neuvième. Ce même effet a lieu tant que le mélange est explosif, c'est-à-dire, tant que la proportion du gaz hydrogène n'excède pas le sixième du volume de l'air.

Quand cette dernière limite est dépassée, la flamme de la mèche disparoît; mais celle du gaz inflammable continue de remplir l'intérieur du cylindre; seulement elle devient d'autant plus pâle et d'autant plus foible, que le gaz hydrogène est plus abondant.

Enfin, quand le gaz hydrogène entre pour plus d'un tiers dans la composition du volume de l'air, la lampe s'éteint; mais, en cet état, l'air est trop vicié pour qu'il soit possible à l'ouvrier d'y continuer son travail et de le respirer long-temps sans danger.

Résumons, en peu de mots, les faits qui viennent d'être rappelés, faits dont les détails sont consignés dans les savans mémoires de M. Davy, de M. Baillet de Belloy et de M. Lefroy, concernant cette invention qui excite la juste reconnoissance des mineurs. (*Voyez* Annales des mines, tom. I, pag 177 à 222.)

Résumé des avantages.

1.° Quand la proportion d'hydrogène mélangé avec l'air atmosphérique est entre le $\frac{1}{12}$ et le $\frac{1}{6}$ du volume, la lampe de sûreté offre deux avantages au mineur : celui d'avoir la vie sauve; celui de pouvoir travailler à la lueur même de la flamme qui est produite par la combustion du gaz hydrogène, dans l'intérieur du cylindre métallique. Le mineur profite ainsi de la clarté d'un incendie qui menaçoit de l'embraser et qu'il tient captif.

2.° C'est quand la proportion du gaz hydrogène est le $\frac{1}{9}$ du volume de l'air, que la lampe de sûreté rend le plus grand service au mineur, parce que c'est alors qu'elle le préserve du plus grand danger.

3.° Lorsque la proportion d'hydrogène se trouve être du $\frac{1}{6}$ au $\frac{1}{3}$ du volume de l'air, la lampe procure l'avantage de la conservation du

ÉCLAIRAGE. mineur, sans lui assurer, aux approches de cette dernière limite, l'avantage de pouvoir travailler; mais alors l'affoiblissement graduel de la lumière l'avertit que l'air des travaux souterrains lui deviendroit funeste, s'il s'exposoit plus long-temps à le respirer.

On voit, par ce qui précède, combien de motifs recommandent l'emploi de la lampe de sûreté, principalement dans les mines de houille. Déjà elle est usitée, avec un succès constant, dans les mines de Newcastle et en général de la Grande-Bretagne.

Explication des Figures relatives à l'éclairage; Objets accessoires des planches 5 et 8.

Les divers moyens d'éclairage sur lesquels nous venons de jeter un coup-d'œil, sont représentés sur la pl. 5, dans les div. II.°, III.°, IV.°, et sur la pl. 8, dans la div. VII.° On y reconnoîtra les objets suivans :

Pl. 5, Div. II.° *a*, lanterne de bois, usitée à Freyberg en Saxe, et contenant une petite chandelle de suif ou de cire;

a', la même, vue de profil;

b, chandelier usité dans les mines de houille d'Anzin;

b', le même, vu en plan; le manche est de bois ou de corne, et le reste de fer ou de laiton;

c, lampe à suif, usitée dans les mines du Hartz;

c', la même, vue en plan. Cette lampe ouverte (ou *cuvette*), est de fer ou de laiton; on y voit un petit monceau de suif, et une pièce de métal qui maintient la mèche de coton;

d, lampe à huile, employée par les géomètres-souterrains du Hartz;

d', la même, vue en plan. Cette lampe est entièrement de laiton; elle consiste en un cylindre portant une anse *(d)*, dans lequel entre exactement un étui cylindrique contenant de l'huile. Sur l'axe de l'étui qui constitue la lampe proprement dite, il existe un tube dont la périphérie est percée de trous. Ce tube renferme une mèche de coton qui sort par sa partie supérieure; il est fixé au centre du couvercle de l'étui, et il plonge dans l'huile qui pénètre ainsi la mèche. Un petit trou placé sur

le couvercle de l'étui favorise l'ascension de l'huile vers la flamme, en permettant la pression de l'air extérieur sur la surface du liquide. ÉCLAIRAGE.

La lampe est pourvue d'un réverbère mobile, dont l'objet principal est d'empêcher l'eau de tomber sur la lumière. A côté de la gaine dans laquelle s'ajuste le support de ce réverbère, se trouve une autre petite gaine, propre à recevoir une pince qui sert de mouchette. Cette lampe est facile à porter sur le pouce de la main droite passé dans l'anse. Sa disposition permet d'opérer avec la boussole et d'écrire, de la même main qui tient le moyen d'éclairage.

e, lampe à huile, usitée dans les mines de houille du pays de la Marck et dans beaucoup d'autres;

e', la même, vue en plan. Cette lampe est de fer ou de laiton; elle est fermée par le moyen d'un petit crochet : la moitié de son couvercle est mobile sur une charnière.

f, l, rouet à silex, vu de profil;

f', l', le même, vu en plan. On reconnoîtra sur ces figures le cadre de fer *f f'*, la manivelle *g g'* avec l'axe correspondant, la roue dentée *h h'*, la lanterne d'engrenage *i i'*, la roue d'acier *k k'*, le morceau de quartz ou de silex *l l'*, objets dont il a été fait mention ci-dessus. Ce rouet portatif peut être employé en diverses positions. Ordinairement, on tient le cadre d'une main, par sa partie supérieure *f*, en appuyant sa partie inférieure sur le silex *l*, et en faisant tourner de l'autre main la manivelle *g g'*.

L'appareil antiméphitique et l'appareil respiratoire de M. de Humboldt sont représentés par les *fig. 1* à *7* de la div. III.° On y distinguera les objets suivans : Pl. 5, Div. III.°

La *fig. 1* offre la coupe verticale d'un appareil cylindrique et portatif *m, n, o, p*, dont l'objet est d'alimenter d'air une lampe *y*. L'eau contenue dans le réservoir *m n q r* peut tomber par le robinet *q*, quand il est convenablement ouvert, dans le réservoir d'air *s t u v*, et de celui-ci, par le robinet *v*, dans le compartiment inférieur *u v o p*, qui fait partie du réservoir d'air. La figure suppose que déjà une partie de l'eau s'est rendue sur le fond *o p*; pendant la chute de l'eau, l'air chassé dans le tube *x* s'élève vers la lampe *y*, dont on voit les détails dans la div. IV.°

ÉCLAIRAGE.

La portion d'eau déjà tombée en *o p*, peut être évacuée par le moyen du bouchon *p* que l'on ouvre pour cet effet, après avoir fermé le robinet *v*. Il en résulte qu'on reverse cette même eau dans le réservoir *m n q r*, par une ouverture *z* dont il est pourvu, pour l'introduction du liquide. C'est un moyen d'économiser l'eau, et, par conséquent, de rendre moins lourd cet appareil, que le mineur porte à sa main par une anse *&*.

Les *fig.* 2 et 3 font voir, en élévation et en plan, les détails du robinet *q* de la *fig.* 1. Sur un limbe gradué *a*, une aiguille *b* indique le degré d'ouverture du robinet; on le règle convenablement au moyen de ce mécanisme. Une charnière *c* et un fermoir *d* permettent de visiter le robinet, en ouvrant la portion du cylindre sur laquelle il est ajusté, afin de le réparer, quand il y a lieu.

Les *fig.* 4 et 5 représentent, en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, un appareil prismatique, analogue au précédent, mais plus volumineux, et destiné, par ce motif, à être traîné sur des roulettes. Cet appareil, ainsi que celui de la *fig.* 1, contient de l'eau introduite dans un réservoir supérieur par une ouverture *z*; il est propre à fournir de l'air non vicié, soit à une lampe *y*, soit à un tuyau de cuir ajusté sur le réservoir d'air, à la place de cette lampe, et aboutissant, par son autre extrémité, au point *i* d'un tuyau de métal que l'on voit dans les *fig.* 6 et 7. Dans ce dernier cas, le tuyau de cuir est intérieurement garni de fil de fer qui est tourné en spirale, de manière à maintenir la forme cylindrique sans nuire à la flexibilité du tuyau.

La *fig.* 6 est le profil et la *fig.* 7 est le plan du tuyau à clapets, que le mineur peut appliquer sur sa bouche par la courbure *e, f, g*, garnie de cuir; cette espèce de muselière est attachée par le moyen de deux courroies ajustées aux points *e, g*. L'air respirable, qui vient de l'appareil représenté par les *fig.* 4 et 5, entre dans le tuyau *h i*, par un clapet *i* qui s'ouvre en dedans de ce tuyau; l'air expiré par le mineur sort par le clapet *h* qui s'ouvre en dehors.

Dans les cas urgens, un mineur peut pénétrer, pour quelques momens, dans des travaux souterrains où l'air est complètement vicié, en portant à sa main l'appareil d'éclairage que représente la *fig.* 1, en traînant

derrière lui l'appareil respiratoire que nous venons de considérer, d'après les *fig.* 4 et 5, et en respirant par le moyen du tuyau que rappellent suffisamment les *fig.* 6 et 7. Ces appareils furent employés ainsi dans l'une des mines d'Andreasberg, en l'année 1804. On ne sauroit apporter trop de soin à leur construction et à leur entretien, puisque la vie des hommes peut en dépendre. ÉCLAIRAGE.

Les *fig.* 8 à 11 offrent les détails de la lampe qui n'est qu'indiquée par la lettre *y* sur les *fig.* 1, 4, 5. On distinguera deux coupes verticales dans les *fig.* 8 et 9, et deux plans dans les *fig.* 10 et 11. De l'huile est entretenue dans la cuvette ouverte de cette lampe, au niveau *o p*; un tube de laiton *k*, percé d'un très-petit trou à sa partie supérieure, est revêtu d'une mèche de coton cylindrique, comme d'une petite manche tricotée : le diamètre de l'orifice supérieur est, tout au plus, d'un huitième de ligne. L'air qui arrive par le tube *l* se partage entre le tube *k* et les deux branches du tube *l*, *m*, qui aboutissent à un anneau circulaire *m n* percé de petits trous. C'est ainsi que l'air de l'appareil antiméphitique parvient au centre et autour de la mèche. Cette dernière, que pénètre l'huile contenue dans la cuvette *o p*, peut être élevée ou abaissée convenablement à l'aide d'un fil de fer. Quant aux détails ultérieurs, nous ne pouvons que renvoyer à l'ouvrage qui a été publié en allemand par M. de Humboldt, concernant la disposition et l'emploi de ces utiles appareils. (*Voyez* l'ouvrage intitulé *Ueber die unterirdischen Gasarten &c.* Brunswick, 1799, pages 261 *et suiv.*) Pl. 5, Div. IV.°

La div. VII.° de la pl. 8 offre, comme supplément aux divers moyens d'éclairage que réunissent les div. II.° à IV.° de la pl. 5, la lampe de sûreté dont l'invention récente est due à M. Davy. Pl. 8, Div. VII.°

La *fig.* A représente cette lampe en projection verticale; la *fig.* B est une projection horizontale qui correspond à la précédente.

La *fig.* C est une coupe verticale du réservoir d'huile, faite suivant la ligne *g f* de *fig.* B.

La *fig.* D est le plan et la *fig.* E l'élévation du porte-mèche *b*, considéré séparément.

Sur l'ensemble de ces cinq figures, on reconnoîtra les objets suivans, dont il a déjà été fait mention ci-dessus :

ÉCLAIRAGE.

a, réservoir d'huile, dans lequel un tube de métal *f* plonge au sein du liquide;

b, porte-mèche, offrant une ouverture longitudinale, dans laquelle peut entrer l'extrémité supérieure d'un fil de fer *c*, qui est recourbée pour cet effet;

c, fil de fer propre à élever ou à abaisser la mèche, comme aussi à la débarrasser des matières charbonneuses;

d, tube dans lequel passe le fil de fer *c*. L'extrémité inférieure de ce tube est soudée sur le fond du réservoir *a*; l'extrémité supérieure traverse la plaque du porte-mèche, qui, pour cet effet, présente une échancrure *e*. Les fig. B, C, font voir que le porte-mèche *b* est assujetti par le moyen d'une virole circulaire, taillée extérieurement en vis.

f, tube servant à l'introduction de l'huile, et surmonté d'un bouchon qui est lié au réservoir par une petite chaîne.

g, vis d'arrêt, qui assujettit l'anneau *k* de la partie inférieure du cylindre *h*, en pressant contre de petites entailles que présente, pour cet effet, le rebord de l'anneau;

h, cylindre formé d'une gaze métallique, ainsi que nous l'avons déjà rappelé.

j, second cylindre qui enveloppe la partie supérieure du premier, à l'effet d'empêcher l'explosion de se communiquer à l'extérieur, dans le cas où le tissu métallique viendroit à s'échauffer jusqu'au point de rougir.

k, anneau de cuivre, dans le pourtour intérieur duquel se trouve fixée et serrée, avec un soin tout particulier, l'extrémité inférieure du cylindre *h*. Cet anneau, taillé intérieurement en écrou, s'ajuste sur la vis que porte extérieurement le collet supérieur du réservoir *a*. (Voyez *fig.* C.)

l, *m*, *n*, *o*, quatre fils de fer servant d'armature au cylindre *h*; ils sont fixés, par en bas, sur le rebord de l'anneau *k*, et, par en haut, sur une plaque de cuivre *p*. Cette plaque empêche que la partie supérieure du cylindre *h* ne soit obstruée par les poussières qui, dans une mine, peuvent tomber du faîte des excavations;

q, anneau par lequel le mineur porte ou accroche cette lampe, qui est suspendue à une chaînette plus ou moins longue.

x, mèche de coton qui est plongée dans l'huile du réservoir *a* (*fig.* C), et qui passe dans le tube du porte-mèche *b*, pour brûler à son extrémité supérieure. ÉCLAIRAGE.

La construction et l'usage de ces lampes exigent des précautions qu'il est à propos de rappeler sommairement.

1.° Il faut que les bords de la gaze métallique soient repliés l'un sur l'autre, que toutes les jointures de la lampe soient soudées à la soudure forte, et qu'il n'existe, dans tout l'appareil, aucune ouverture capable de livrer passage à l'air extérieur, qui soit plus grande que celles du tissu métallique *h*. Précautions importantes.

2.° L'extrémité inférieure de ce tissu doit être recourbée, de manière qu'elle s'applique exactement sur le pourtour intérieur de l'anneau *k*, qui offre, en cet endroit, la forme concave d'un cône tronqué.

D'un autre côté, le collet supérieur du réservoir *a* se termine extérieurement par une portion de cône. C'est dans l'espace conique qui vient d'être indiqué, que l'extrémité inférieure du tissu métallique *h* doit se trouver serrée entre le collet du réservoir *a* et l'anneau *k*; afin que le tissu ne puisse, en aucune circonstance, être faussé ou détaché de l'anneau *k*; cette précaution est la plus importante de toutes.

3.° On ne doit allumer la lampe de sûreté que dans les parties de la mine où il n'y a pas d'explosion à craindre. Le cylindre ne doit jamais être détaché de son support dans les endroits dangereux.

4.° Si le cylindre est fait en fil de fer, il faut avoir soin de le frotter d'huile, quand on ne se sert pas de la lampe, afin qu'il ne soit pas attaqué par la rouille.

5.° Avant d'employer une lampe de sûreté, il est nécessaire de la soumettre à une épreuve, en la plongeant allumée dans des jarres contenant divers mélanges explosifs de gaz.

6.° A chaque lampe, il convient de joindre une brosse à bouteilles, afin que l'ouvrier puisse nettoyer le tissu métallique, si les ouvertures viennent à s'obstruer.

7.° Quand la lampe est allumée, il importe de la tenir à l'abri des courans de gaz hydrogène et d'air atmosphérique.

ÉCLAIRAGE.

8.° Si l'on doit s'approcher d'un fort courant de gaz hydrogène, il faut ralentir la circulation de l'air autour de la flamme, en disposant, soit dans l'intérieur, soit autour du cylindre *h*, des plaques de mica, de corne ou d'étain.

9.° On pourroit, dans les cas 7.° et 8.°, envelopper le premier cylindre *h* d'un second, ainsi que l'a proposé M. Davy, et faire, par ce moyen, des lampes à double cylindre; mais le savant inventeur a reconnu, depuis, qu'au moyen des précautions qui viennent d'être rappelées, une lampe à simple cylindre ne pouvoit présenter aucun inconvénient.

10.° Dans tous les cas, il importe d'éviter que la chaleur du cylindre ne s'élève au-dessus du *rouge-obscur*.

Perfectionnement ultérieur.

Postérieurement à l'invention de la lampe de sûreté, M. Davy a découvert que, dans une combustion lente et sans flamme, dont le gaz hydrogène paroît être susceptible, il y avoit, en certaines circonstances, une production de chaleur assez considérable pour élever, jusqu'à la température qu'indique la couleur rouge, quelques corps solides, tels que le platine et le palladium. Cette observation a porté le savant inventeur à penser que quelques fils très-fins de platine, qui seroient suspendus, comme une petite cage, dans l'intérieur du cylindre de la lampe de sûreté, au-dessus de la mèche, pourroient, par leur ignition, procurer assez de lumière pour guider les pas du mineur, lors même que la flamme de la lampe se seroit éteinte, à cause de la surabondance du gaz inflammable, c'est-à-dire, lorsque le gaz hydrogène entreroit pour un tiers dans la composition du volume de l'air.

Ce phénomène de l'ignition du platine, succédant à la disparition de la flamme, a été constaté par un grand nombre d'essais qui furent opérés dans divers mélanges d'air atmosphérique et de gaz hydrogène obtenu par la distillation de la houille. On vit le platine répandre une lumière brillante, au moment où la flamme de la lampe s'éteignit. Cette lumière diminua ensuite, à mesure qu'il fut ajouté du gaz hydrogène dans le mélange; enfin, elle disparut, quand le gaz délétère forma les $\frac{2}{3}$ du mélange.

On augmenta ensuite la proportion de l'air atmosphérique, jusqu'à ce que le mélange devint explosif : alors le platine redevint rouge, et bientôt après la flamme reparut dans le cylindre. On ne sait pas encore quels résultats a présentés, dans les mines, l'application de ces intéressantes expériences ; mais elles semblent promettre un nouveau perfectionnement de la lampe de sûreté, qui, dès-lors, ne laissera plus rien à desirer. ÉCLAIRAGE.

Des diverses manières de régler le Travail dans les Mines.

Il nous reste à jeter un coup-d'œil sur la manière dont on règle le travail des ouvriers dans les mines. Comme cet objet important donne lieu aux mêmes dispositions dans un grand nombre de mines célèbres, nous le considérerons d'abord, pour plus de clarté, d'après l'exemple des mines du Hartz, où nous avons vu (tom. I.er) que le prix du pain est toujours le même pour le mineur, et qu'on lui en assure une livre et demie par jour, pour deux sous à-peu-près ; c'est en ayant égard à cette première base de tout calcul sur le prix de la main-d'œuvre, qu'on pourra faire usage des faits suivans pour les comparer avec les faits relatifs à d'autres contrées. OUVRIERS.

Dans le Hartz, ainsi que dans toutes les mines de l'Allemagne, on établit d'utiles différences entre les manières convenables d'employer les hommes, et entre les hommes d'après leurs diverses fonctions ; ainsi on distingue : Exemple du Hartz.

1.° La tâche réglée *[schicht]*, poste de 8 heures, qui se réduit ordinairement à 6 heures de travail actif ;

2.° La tâche accessoire *[nebenschicht]*, poste de six heures de travail ;

3.° Le travail à prix marchandé *[gedingarbeit]* ; *marchandage* aux mines d'Anzin, ou *prix débattu, prix fait* ;

4.° Le travail à volonté *[weilarbeit]*, modification du travail à prix marchandé.

D'un autre côté, parmi les ouvriers, on distingue les entailleurs sur ouvrages en gradins *[strossenhauer]* ; les trieurs de minerai *[scheider]* ; les charpentiers ou boiseurs *[zimmerlinge]*, et les entailleurs dans les puits ou galeries. Quant au temps de leur travail, les ouvriers sont divisés

Ouvriers.

en trois bandes qui entrent dans les mines à des heures différentes. La première bande, dite premier tiers *[früh drittel]*, se rend à l'ouvrage dès quatre heures du matin, et elle sort à midi; le second tiers travaille depuis midi jusqu'à six heures du soir; le troisième, depuis quatre heures du soir jusqu'à deux heures du matin; mais celui-ci se repose deux heures, de six à huit heures du soir. Ordinairement, le tiers qui entre le matin et le tiers qui passe la nuit à l'ouvrage, sont employés en tâche réglée, ainsi que nous le verrons; le tiers qui entre à midi travaille surtout en tâche accessoire; ce mode occupe aussi quelques hommes des deux autres bandes. Quant au travail à prix marchandé, et au travail à volonté, l'ouvrier choisit l'heure qui lui convient. Si l'ouvrage est pressé, on ne fait les postes que de quatre heures et même de deux; il faut alors que le travail n'éprouve pas la moindre interruption.

Tâche réglée.

Les entailleurs d'ouvrages en gradins, les trieurs de minerai et les boiseurs, sont tenus de faire, par semaine et par homme, cinq postes de travail en tâche réglée; le poste leur est payé sur le pied de 4 mariengros [environ 10 sous]; de plus, chacun de ces ouvriers doit faire, tous les quinze jours, un poste de cinq heures, pour lequel on ne lui paie que la valeur de l'éclairage, car cet objet n'est presque jamais à la charge de l'ouvrier, non plus que les réparations d'outils et les fournitures de poudre. Les ouvriers des trois classes désignées plus haut, obtiennent, outre leur tâche réglée, la permission de faire chacun cinq tâches accessoires par semaine, pour le même prix que ci-dessus, et de prendre un travail à prix fait ou bien à volonté.

Quant aux entailleurs dans les puits et galeries, ils travaillent toujours à prix fait; et le prix est réglé, ainsi que nous le verrons, d'après les dimensions de l'espace qu'ils doivent excaver. Alors, on leur distribue l'ouvrage, soit de manière qu'il s'y trouve sans cesse des hommes en activité, s'il est pressé, soit pour qu'ils le poursuivent quand bon leur semble, dans le cas contraire.

Voici quel est le travail dans une tâche réglée : chaque mineur commence par concourir aux soins généraux d'entretien *[frohnarbeit]*, qui consistent à faire parvenir et à placer dans la mine les bois et autres matériaux nécessaires, à nettoyer les ateliers encombrés, et à ranger les

déblais dans les espaces qui leur sont destinés. Ces soins demandent environ une heure et demie; l'ouvrier reçoit, pour cet objet, un supplément de 6 mariengros [environ 15 sous] par semaine. Ouvriers.

Cela fait, chacun des entailleurs, placé devant un gradin droit (*voyez* pl. 15, *fig. 1*), est tenu de pratiquer 40 à 60 pouces de trou dans la masse du filon, à l'aide du fleuret et du marteau, ainsi qu'il a déjà été expliqué. On partage ce total de profondeur sur deux ou trois trous pratiqués de haut en bas et susceptibles d'être forés à l'aide de l'eau.

S'il s'agit de trous placés au faîte, le mineur, dans le temps indiqué ci-dessus, ne fore que deux trous, chacun de 24 pouces de profondeur, quand il peut employer l'eau; mais quand il fore à sec, il pratique un seul trou de 20 à 24 et quelquefois de 30 pouces de profondeur. Le tirage de ces trous n'a lieu qu'à la fin du poste de travail; il est confié au chef d'atelier.

La tâche accessoire et le travail à volonté sont des moyens d'élever le salaire des ouvriers, afin que les hommes laborieux soient dédommagés de la modicité du prix des tâches réglées. En même temps, les tâches accessoires servent, particulièrement pendant la nuit, à mettre au courant le service du remblaiement, du boisage, du roulage, et à compléter, soit de jour, soit de nuit, le nombre des trous de mine jugés nécessaires pour fournir la quantité de minerais qui est réglée par semaine. La plus grande partie des travaux s'exécute dans ces tâches accessoires, tantôt d'après le prix fixé de 4 mariengros [ou 10 sous], tantôt à prix marchandé, et alors par le moyen du travail à volonté. Tâche accessoire.

Cette dernière méthode est même la plus ordinaire, parce qu'elle est la plus avantageuse pour l'exploitation, sous le rapport de l'économie, et pour les ouvriers, sous le rapport de leur commodité. Mais comme les mineurs, en sortant de leur tâche réglée, vont à leur entreprise de travail à volonté, aucun d'eux, quand même il auroit terminé sa tâche réglée avant l'heure fixée pour la fin de ce travail, ne peut quitter son poste pour se rendre à son entreprise. L'objet de ce réglement est, d'un côté, d'empêcher les hommes d'abuser de leur force, en se hâtant outre mesure, et de l'autre, de s'assurer que chacun d'eux, prenant le temps nécessaire pour sa tâche réglée, s'en acquittera mieux.

OUVRIERS.

Prix marchandé.

Le travail à prix marchandé se règle d'après le degré de ténacité de la masse minérale qu'il faut entailler.

Par exemple, aux mines d'Andreasberg, il s'agit de pénétrer dans les roches primitives qu'indiquent notre carte du Hartz, pl. 2, et la description particulière de ces mines. (*Voyez* pl. 15 et 16.)

Là, on distingue les masses d'une grande ténacité, dans lesquelles la toise cube d'excavation se paie de 35 à 48 florins, dont chacun vaut à-peu-près 3 francs, et contient 24 mariengros; les masses d'une ténacité moyenne, où la toise cube coûte de 20 à 35 florins; et les masses d'une foible ténacité, où la toise cube d'excavation coûte moins de 20 florins. C'est d'après ces bases que des préposés, dits jurés *[geschworner]*, distribuent aux ouvriers le travail à prix marchandé. On détermine, en même temps, la quantité de poudre qui doit être fournie aux mineurs. Ainsi, par exemple, au point le plus profond des mines représentées par la pl. 15, cinq entailleurs et un chef d'atelier sont chargés d'approfondir de deux toises le puits C′, dont la longueur est de 3 toises $\frac{3}{4}$, et la largeur d'une toise $\frac{1}{2}$; pour ce travail, ils reçoivent en totalité 400 florins, et par semaine 9 livres de poudre. Nous avons vu ci-dessus que chacun de ces hommes reçoit, en outre, la quantité d'huile nécessaire pour son éclairage. De plus, la réparation de leurs outils est confiée, d'après une taxe particulière, à des forges établies pour cet objet, et elle s'opère aux frais de l'administration, ainsi que nous l'avons vu ailleurs (tom. I.er)

Réparation des outils.

Les frais de cette réparation sont fixés, dans le cas que nous venons de considérer, à 8 gros $\frac{1}{2}$ par semaine pour chaque ouvrier (c'est environ 1 franc par homme). Souvent cet objet devient encore plus coûteux aux mines d'Andreasberg. Les faits suivans pourront donner une idée de la ténacité des roches de cette contrée : dans la partie de la galerie d'écoulement dite *Sieberstollen*, qui correspond à la mine de *Gnadegottes (voyez* pl. 15 et 16), la réparation des outils fut fixée, en 1802, à 7 florins 9 gros, et même, en quelques endroits, à 8 florins 19 gros par toise cube.

L'exemple le plus frappant, à cet égard, s'est présenté entre la mine dite *Andreaskreutz* et la mine dite *Wenn'sglücks* (*voyez* la carte du Hartz,

pl. 2) : là, pour percer une toise cube de la galerie d'écoulement, on mit hors de service 2882 fleurets; et pour chacun des mineurs employés, la réparation des outils coûta par semaine 14 gros, c'est-à-dire, à-peu-près 35 sous. OUVRIERS.

Quand il s'agit, dans cette même exploitation, de déterminer le prix d'un travail à volonté, on admet comme principe que, dans un tel accord, on peut exiger de l'ouvrier, sans augmentation de salaire, un tiers d'ouvrage de plus que s'il travailloit en tâche accessoire, à prix marchandé, et l'on peut en outre laisser l'éclairage à son compte. Tel est l'avantage du travail à volonté, qui, de plus, facilite la surveillance; mais il a l'inconvénient de n'être pas applicable dans les excavations qui doivent avancer avec une promptitude régulière. Travail à volonté.

Ordinairement, aux mines d'Andreasberg, le travail à volonté, dans la masse du filon déjà dépouillé, coûte, pour une toise de hauteur, avec une toise $\frac{1}{4}$ de largeur et 3 toises de longueur, parallèlement à la direction, 32 florins et 20 livres de poudre.

On fait en sorte que chaque entailleur puisse gagner, par semaine, le salaire ci-après :

1.° Pour 5 tâches réglées.	20 mariengros.
2.° Pour corvée d'entretien.	6.
3.° Pour 5 tâches accessoires, soit à prix fixe, soit à prix marchandé.	20.
4.° Pour travail à volonté.	14.
Total. . .	60 mariengros.

Ces 60 mariengros valent 1 reichsthaler 24 mariengros, ou 2 florins $\frac{1}{2}$; c'est environ 7 francs 35 centimes pour la semaine, ce qui équivaut à 25 sous pour chaque jour de l'année, outre le pain fourni à bas prix, et les autres avantages exposés ailleurs. (*Voyez* tom. I.er) Ceux des mineurs de cette classe qui gagnent quelque chose de plus, l'obtiennent par leur assiduité et par leur adresse. Le salaire des ouvriers d'un rang inférieur se règle proportionnellement à celui des entailleurs, qui sont les principaux mineurs.

OUVRIERS.

Exemple du Erzgebirge.

Dans le *Erzgebirge*, on distingue trois classes d'entailleurs, d'après la capacité des ouvriers : leur salaire, pour 5 tâches réglées, varie depuis 21 gros de Saxe jusqu'à 1 reichsthaler 5 gros, par semaine; mais leur éclairage est à leur compte, et le pain ne leur est pas fourni. Du reste, chacun d'eux peut, comme au Hartz, augmenter son salaire par le moyen des tâches accessoires, soit en prenant du travail à prix marchandé, soit en prenant un travail à volonté. Il en résulte, toute compensation faite, que le mineur du Erzgebirge gagne à-peu-près le même salaire que le mineur du Hartz. Nous reviendrons ailleurs sur ce qui concerne le prix de la main-d'œuvre dans le *Erzgebirge*. (Pl. 13 et 14.)

Exemple de la Hongrie.

En Hongrie, la ténacité des roches à entailler est déterminée, de temps en temps, par des jurés, ainsi que dans les contrées dont il vient d'être question, et l'on y proportionne le prix des salaires à la difficulté du travail, d'après les mêmes principes; mais pour l'entaillement des filons métallifères, on a quelquefois réglé le gain de l'ouvrier d'après le produit net qui résulte des minerais obtenus par lui: on lui donnoit, par exemple, le centième de ce produit net; c'étoit exposer le malheureux mineur aux chances d'une loterie; et quoiqu'on rapporte que, dans le filon dit *Stephanigang* à Schemnitz, chaque ouvrier employé de cette manière ait élevé son salaire jusqu'à 50 florins par semaine, un tel arrangement n'a paru convenable, ni pour l'intérêt du mineur, ni pour la dignité de l'administration.

Exemple de l'Angleterre.

En Angleterre, dans plusieurs mines de houille, on fait avec l'ouvrier un accord dit *cope*, d'après lequel on lui paie un certain prix pour chaque mesure de combustible qu'il fournit.

Mode convenable.

Dans les grandes exploitations de couches secondaires, où la substance exploitable se présente uniformément sur de vastes étendues, il est plus avantageux et plus ordinaire, 1.° de déterminer quelle quantité de cette substance doit être extraite par jour, ou par poste de travail de 8 heures; 2.° de disposer convenablement les ateliers capables de la fournir par l'entaillement, ainsi que ceux qui sont nécessaires pour la faire parvenir jusqu'au jour, et pour exécuter les travaux accessoires; 3.° de régler de temps en temps les conditions et le prix de chaque genre de travail. Il en résulte qu'à un même nombre d'hommes, à un même espace de temps,

correspondent un même avancement dans la couche, un même produit en nature et une même dépense. C'est ainsi que nous aurons occasion plus tard de voir le travail réglé dans les mines de houille du département du Nord. Cette méthode, qui simplifie la détermination des salaires, est applicable dans les couches de schiste cuivreux, et dans les masses uniformes; mais malheureusement elle ne l'est pas dans les filons, parce qu'ils éprouvent en général des variations trop considérables et trop fréquentes. OUVRIERS.

Il devroit être superflu de rappeler que la manière la moins convenable de régler le travail des mineurs, c'est de laisser chacun travailler à la journée, sans fixer les tâches. On connoît cependant encore des mines dont les entrepreneurs se mettent ainsi à la merci de leurs ouvriers. Il est même quelques mines de houille où l'entrepreneur permet aux ouvriers, moyennant que ceux-ci lui revendent à bas prix la houille extraite par eux, d'aller abattre le combustible à leur profit et au gré de leur caprice. Agir ainsi, c'est abandonner le sort futur d'une exploitation à la plus aveugle cupidité; car de semblables sous-traitans, qu'on pourroit nommer les *fermiers du gaspillage*, sont toujours d'autant plus ardens à dévaster un gîte précieux, qu'ils sont plus pauvres et moins éclairés. Mode blâmable.

Si nous avons insisté sur cette partie de l'art des mines, c'est parce que, dans plusieurs endroits, le principal vice de l'exploitation provient des désordres auxquels elle est livrée à cet égard.

CHAPITRE VIII.

DE LA DISPOSITION DES TRAVAUX PRÉPARATOIRES, TELS QUE PUITS ET GALERIES, &c.

PUITS et GALERIES. — Diversité des puits.

LES puits de mine sont ou verticaux ou inclinés : ils reçoivent différentes dénominations d'après leur objet ; c'est ainsi que l'on distingue des puits d'airage, — d'extraction, — d'épuisement, — de recherche, — de descente, — de communication ; souvent un même puits remplit plusieurs de ces destinations. On divise encore les puits, d'après leur importance, en puits principaux et puits accessoires ; d'après la situation de leur orifice supérieur, en puits au jour et puits intérieurs ; d'après la manière d'être de leurs parois, en puits boisés ou muraillés de diverses manières, et en puits dans le roc nu ; enfin, d'après la figure de leur section transversale, en puits rectangulaires, — ronds, — elliptiques, — octogones, — triangulaires. Les puits rectangulaires et les puits ronds sont les plus usités : les premiers, soit comme puits verticaux, soit comme puits inclinés ; les seconds, comme puits verticaux. Les puits triangulaires ne servent que comme puits d'airage ou de descente ; on place quelquefois un tel puits dans l'un des angles d'un puits vertical rectangulaire, dont il forme une subdivision.

Dans tous les puits de mine, on distingue l'*orifice*, le *fond*, le *mur* et le *toit* : ces dernières parties sont les deux côtés parallèles au mur et au toit du gîte de minerais. On nomme *flancs du puits* les deux autres côtés qui, dans les puits rectangulaires, sont perpendiculaires aux précédens, et quelquefois alors désignés aussi par le nom de *côtés courts*.

Emplacement des puits.

Les puits inclinés sont presque toujours pratiqués dans le gîte même qu'on se propose d'exploiter, et suivant son inclinaison. Ils ont l'avantage de faciliter l'exploration du gîte, et de fournir, à l'extraction, des substances utiles ; ce qui les rend en général beaucoup moins chers à creuser que les puits verticaux pratiqués dans le roc stérile : mais dans un puits incliné, le revêtement des parois est plus coûteux, l'extraction est plus lente, les cables ou chaînes s'usent plus vîte par le frottement ;

et pour l'épuisement des eaux, il faut une plus grande longueur de tuyaux de pompes, que dans un puits vertical. D'un autre côté, ce dernier, outre qu'il est plus coûteux, est plus difficile à établir convenablement.

Puits et GALERIES.

Nous verrons, dans les mines du Hartz et du Erzgebirge, un grand nombre de puits inclinés qui sont pratiqués dans les filons. (*Voyez* pl. 4 à 8, et 13 à 16.) Les mines métallifères, en bancs ou en masses, du Rammelsberg, de Fahlun, d'Idria, du Stahlberg, les mines de schiste cuivreux du pays de Mansfeld, et la plupart des mines de houille dont notre Atlas réunit les exemples, nous offriront des puits verticaux : de tels puits doivent presque toujours être placés au toit ou au mur, très-rarement au sein même du gîte qu'il s'agit d'exploiter. Dans un pays plat, comme aux environs de Valenciennes, et dans un pays foiblement montueux, si les pentes principales du sol y sont parallèles à l'inclinaison des gîtes exploitables, un puits vertical placé au toit d'un tel gîte est le moyen le plus prompt de l'atteindre; mais dans un pays de montagnes, s'il s'y présente une pente rapide dans laquelle s'enfonce le gîte exploitable, il vaut mieux, en général, placer un puits vertical au mur, et du fond de ce puits aller rejoindre le gîte par une galerie. En pareil cas, ils est quelquefois plus avantageux, d'après les localités, d'arriver au gîte de minerais par une galerie qui rejoigne son mur, pour traverser le gîte, et ensuite de pratiquer, à partir de cette galerie, un puits intérieur dont le fond soit situé au mur du gîte, ainsi que nous le verrons dans la mine du Rammelsberg. (*Voyez* pl. 18.)

Exemples.

Si le gîte à exploiter est une masse de minerais, les puits verticaux doivent être en général placés hors de la masse. Par-là, ils sont plus à l'abri des éboulemens, et l'on n'est pas obligé, pour les entretenir, de ménager dans leur voisinage des piliers de substance exploitable. C'est ainsi que nous voyons situés la plupart des puits dans les mines de Fahlun et Stahlberg. (*Voyez* pl. 17 et 19). Cependant cette règle n'est pas toujours sans exception; par exemple, aux mines d'Altenberg (pl. 19), les puits sont placés dans la masse même, parce qu'elle est très-solide, et parce qu'on n'a pas craint de sacrifier les piliers

PUITS et GALERIES.

qui les soutiennent. Il peut même se présenter un cas dans lequel on doive absolument placer le puits au sein de la masse à exploiter; c'est lorsque la masse est environnée d'une salebande d'argile propre à retenir les eaux, et se trouve située dans une roche schisteuse ou calcaire, au sein de laquelle les eaux abondent.

Nous avons déjà rappelé, en parlant des tentatives (chap. VI), quelques considérations qui peuvent être utiles pour déterminer l'emplacement des puits. Il s'en présente beaucoup d'autres qui dépendent de la destination de ces travaux préparatoires, et des localités. En général, on doit éviter de placer un orifice de puits aboutissant au jour, dans un endroit exposé aux inondations; s'il n'est pas possible de faire autrement, il devient indispensable d'élever le puits au-dessus de la surface du terrain, jusqu'au-delà du niveau des plus hautes eaux, comme cela se pratique aux mines des environs de Valenciennes.

Puits d'extraction.

S'agit-il d'établir des puits d'extraction? 1.° Il faut calculer la distance qu'il convient de laisser entre les puits, afin de ne pas les multiplier inutilement, et, d'un autre côté, pour ne pas rendre trop long le roulage, soit intérieur, soit extérieur.

2.° Il faut savoir quel genre de machine on emploiera le plus avantageusement pour l'extraction, et quel en sera l'emplacement.

3.° Il faut déterminer les dimensions de chaque puits, d'après la nature des roches à excaver, et d'après la capacité des tonnes d'extraction.

4.° Il faut enfin prévoir tous les travaux qu'exigera un puits, situé en tel ou tel endroit, pour le percement, pour l'épuisement, pour le revêtement et pour l'entretien.

Puits d'épuisement.

S'agit-il d'un puits d'épuisement? cette dernière règle s'applique également. Il importe, en outre, d'établir le fond du puits sur le point le plus bas des travaux souterrains, et de lui donner les dimensions nécessaires pour l'emplacement et le jeu des machines. Ordinairement il est avantageux de faire en sorte qu'un puits principal, situé au centre de l'exploitation, serve en même temps à l'extraction, à l'épuisement, à la descente et à l'airage. Nous en verrons, par la suite, un grand nombre d'exemples qui nous dispensent d'insister ici sur de telles dispositions. (*Voyez* les planches et les explications.)

La forme des puits dépend principalement de la matière dont on se propose de revêtir leurs parois. Si un puits vertical doit être muraillé, la forme ronde et la forme elliptique sont les meilleures, parce qu'alors tout l'espace excavé est mis à profit, sans frais inutiles d'entaillement, et parce que ces formes sont les plus favorables à la solidité. S'il doit être boisé, on le fait carré ou rectangulaire-oblong; et dans ce dernier cas, on oppose les petits côtés à la plus forte pression.

Forme des puits.

Quant aux puits inclinés, s'ils doivent être boisés, on les fait oblongs, à-peu-près de même que si l'on se propose de les murailler; mais dans ce dernier cas, la face qui correspond au toit est voûtée, ainsi que nous le verrons ailleurs. (*Voyez* pl. 10, 11 et 12.)

Percement d'un puits.

Dans le percement d'un puits, il est de la plus haute importance que chacune de ses parois se maintienne constamment dans la direction première qu'elle a reçue dès l'orifice, comme *toit*, comme *mur*, ou comme *flanc* du puits. Si le puits est vertical, il faut que par-tout il conserve exactement son aplomb; s'il est incliné, et par conséquent oblong, il faut que ses flancs ou côtés courts soient perpendiculaires à la direction du gîte sur lequel on place un tel puits, parce que c'est le lieu de la plus grande poussée; il faut de plus que chacun des flancs reste toujours situé dans un même plan vertical. On doit aussi faire en sorte que les deux côtés longs du puits, c'est-à-dire, le toit et le mur, se maintiennent, autant que possible, dans leur première inclinaison, afin que le puits ne présente pas de *brisures*; si l'on ne peut totalement éviter cet inconvénient, à cause des variations qu'offre souvent l'inclinaison du gîte, on tâche d'y remédier, en disposant des rouleaux de frottement dans les angles ou brisures. A l'aide de dessins exacts et de cordeaux disposés convenablement dans le puits, à mesure qu'il s'enfonce, on guide les ouvriers dans le travail d'entaillement. Quant à l'extraction des matières, à l'épuisement des eaux et à l'airage du puits, on emploie les moyens ordinaires qui seront décrits en leur lieu. (*Voyez* pl. 30 à 40.)

Précautions à prendre.

Pour que les ouvriers occupés au percement d'un puits, par le moyen du travail à la poudre, puissent effectuer sans danger le tirage des trous, il est essentiel qu'on les remonte promptement, et avec la

PUITS ET GALERIES.

plus grande précision, à l'aide d'une machine d'extraction, soit jusqu'au jour, si le puits n'est pas encore très-profond, soit jusqu'à une galerie, ou jusqu'à un plancher solide qui puisse leur servir de retraite, dans le cas contraire; mais quelquefois la principale difficulté est de préserver le fond du puits de l'affluence des eaux qui se précipitent par torrens des niveaux supérieurs. Alors les dispositions ordinaires de jeux de pompe successifs ne suffisent pas à l'épuisement. Cette difficulté est fréquente dans les mines du département du Nord. Voici comment on procède, dans cette contrée, pour pratiquer un puits vertical, malgré les eaux qui abondent au sein des roches voisines de la surface du terrain. (*Voyez* pl. 26.)

Exemple des difficultés.

En commençant le puits, on lui donne des dimensions plus grandes que celles qu'il doit conserver, ce que rend facile la nature des premières roches à traverser, et l'on soutient ses parois par le boisage. (*Voyez* pl. 10.) Quand le puits a déjà quelques mètres de profondeur, on diminue ses dimensions; on procède ainsi au percement et au boisage d'une seconde portion de puits, de manière que, vue d'en haut, elle présente une saillie relativement à la première. Il en sera de même d'une troisième portion de puits à l'égard de la seconde; ainsi, ne considérons que les deux premières portions. Sur la saillie qui règne tout autour du puits, sont établis horizontalement des canaux de bois qui reçoivent les eaux affluentes. De ces canaux partent des tuyaux de forte toile, qui vont aboutir à une vaste caisse de bois, suspendue dans le puits, au moyen d'une machine, et susceptible d'être descendue plus bas, à mesure que le puits s'approfondit. Les eaux se rendent ainsi dans la caisse où sont ajustées les extrémités inférieures de hautes pompes aspirantes; de là, les eaux sont élevées jusqu'au jour, par le moyen de machines à vapeur établies à la surface du terrain.

Il résulte de ces dispositions que la partie la plus considérable des eaux supérieures ne parvient pas jusqu'au fond, où l'épuisement s'opère d'ailleurs comme à l'ordinaire. Quelquefois, pour le percement d'un puits, il a fallu établir, dans les mines d'Anzin, jusqu'à trois machines à vapeur, de soixante pouces de diamètre. Si l'épuisement venoit à se ralentir, les hommes seroient à l'instant submergés. Nous verrons

ailleurs (pl. 10), comment, après avoir atteint une roche capable de servir de base pour la retenue des eaux supérieures, on élève, sur cette base, le revêtement du puits, de manière que chacune de ses faces oppose une digue impénétrable aux masses d'eau environnantes.

Puits sous stock.

Quelquefois un puits vertical doit être pratiqué en deux portions, dont l'une, située au-dessous de l'autre, est séparée de celle qui aboutit au jour par un massif de roche intact, nommé *stock* en allemand. C'est ce qu'on appelle, dans le nord de la France, approfondir un puits sous *stot*. Il faut alors que, du puits aboutissant au jour, parte une galerie horizontale, à l'autre extrémité de laquelle on pratique un puits intérieur jusqu'à une profondeur qui dépend de l'épaisseur déterminée du *stock*. Du fond de ce puits intérieur, on perce une seconde galerie, de sorte qu'elle aille aboutir précisément sous l'orifice du puits au jour; c'est à l'extrémité de cette galerie, qu'on approfondit sous le *stock*. Ce massif doit avoir 5 à 6 mètres d'épaisseur, dans les mines de houille du département du Nord, quand les roches y présentent une bonne consistance. Les opérations qui viennent d'être indiquées exigent la plus grande précision, afin que, par la suite, attaquant de bas en haut le *stock* qui sépare les deux portions du puits, on les réunisse facilement en un seul et même puits vertical. Cette méthode a l'inconvénient d'être fort coûteuse; mais elle offre plusieurs avantages qui méritent d'être rappelés.

Avantages de cette méthode.

1.° Elle permet d'approfondir les puits avec promptitude, sans qu'on y soit incommodé par les eaux supérieures, parce que, du fond de la portion aboutissant au jour, ces eaux vont se rendre vers des machines d'épuisement, établies au même niveau.

2.° Elle permet de continuer l'extraction à ce même niveau, tandis que le puits s'approfondit au-dessous.

3.° Quand on creuse un puits sous *stock*, les ouvriers ne sont pas exposés à être remontés de toute sa profondeur, avant chaque tirage à la poudre, et à rester, pendant leur travail, sous les tonnes d'extraction, qui, dans la méthode ordinaire de percement, menacent continuellement leur existence.

L'extraction des matières et l'épuisement des eaux s'opèrent, sous le *stock*, par des machines mues à bras d'hommes.

PUITS et GALERIES.

Les galeries de mines sont en général des voies souterraines d'une longueur indéterminée, qui se rapprochent plus ou moins de la ligne horizontale.

Diversité des galeries.

On distingue dans toute galerie son *orifice*, qui aboutit, soit au jour, soit à un puits, soit à un autre espace souterrain, son *sol* ou plan inférieur, son *faîte* ou plan supérieur, ses *parois* ou faces latérales, son *extrémité* pratiquée dans la roche, ou la *taille* dite *ort* en allemand, c'est-à-dire le *lieu*, et quelquefois *vif-tir* en françois.

Les galeries sont horizontales ou inclinées. Cette dernière dénomination s'applique à celles dont l'inclinaison, ordinairement peu considérable, est cependant très-sensible. Les galeries dites horizontales ne laissent pas de présenter, pour l'écoulement des eaux, une inclinaison de 1^m sur 400^m, ou mieux sur 800^m de longueur; il en existe aussi qui sont parfaitement horizontales.

On distingue les galeries, quant à leur objet, par les dénominations suivantes :

Galeries d'alongement.

1.° Les galeries d'*alongement*, dites *chasses* ou *niveaux de bure* en quelques endroits, servent à reconnoître l'allure d'un gîte de minerais et à préparer des ateliers d'arrachement; ce sont des galeries parallèles à la direction du gîte; on les pratique ordinairement dans le sein même du gîte, quelquefois à son mur ou à son toit, d'après les localités. (*Voyez* les pl. 4 à 8 et 13 à 16.)

Galeries de traverse.

2.° Les galeries de *traverse* servent tantôt à couper le gîte de minerais sous un angle convenable, tantôt à explorer tout un système de couches exploitables; dans ce dernier cas, on les pratique perpendiculairement à la direction générale des gîtes exploitables. (*Voyez* pl. 26.) On emploie aussi les galeries de traverse pour établir des communications souterraines suivant toute direction, autre que celle du gîte de minerais.

Montées et descenderies.

3.° Les galeries *montantes* ou *descendantes*, dites *montées* ou *descenderies*, sont pratiquées suivant l'inclinaison du gîte, ou suivant une ligne intermédiaire entre l'inclinaison et la direction. C'est principalement dans l'exploitation des couches, que de telles galeries sont usitées, ainsi que nous le verrons ailleurs (pl. 24 à 30).

4.° Les *galeries d'airage*, ainsi que les *galeries de roulage*, sont des galeries pratiquées dans une direction quelconque, galeries que l'on a rendues propres à l'objet qu'indique leur nom : les premières, au moyen d'une cloison qui divise leur hauteur en deux parties ; les secondes, au moyen d'un plancher convenable, pour le passage des matières extraites.

PUITS et GALERIES.

Galeries d'airage et de roulage.

5.° Les *galeries d'écoulement* ont pour objet principal de transporter les eaux hors des travaux souterrains, en les prenant au point le plus bas qu'il est possible.

Galeries d'écoulement.

Souvent une même galerie remplit à-la-fois plusieurs des objets qui viennent d'être rappelés. Par exemple, une galerie d'écoulement peut être à-la-fois galerie d'alongement, d'airage, de roulage, et galerie de recherche. C'est sous ce dernier point de vue que les galeries d'écoulement sont regardées avec raison, par les mineurs allemands, comme la clef des montagnes *[schlüssel der gebirge]*.

Réunion des objets.

Ordinairement une galerie est attaquée en plusieurs points à-la-fois : passons aux exemples, qui feront voir, mieux que des préceptes généraux, comment on pratique et en général comment on dispose les galeries, suivant l'objet qu'elles doivent remplir.

Renvoi aux exemples.

CHAPITRE IX.

TRAVAUX DE SÛRETÉ CONTRE LES EAUX SOUTERRAINES.

EXPLICATION DES PLANCHES 4 À 8.

Exemple tiré des Mines de Clausthal au Hartz, et de la grande Galerie d'écoulement qui les parcourt.

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Coup-d'œil sur les mines du Hartz.

LA nécessité d'assurer l'asséchement ou l'*émergement* des mines, avoit donné lieu, dès le XV.e siècle, au percement de quelques galeries d'écoulement, dans les districts de Clausthal et de Zellerfeld; mais cette partie si intéressante de l'exploitation ne prit un grand essor au Hartz que dans le cours des XVI.e et XVII.e siècles. C'est alors que furent percées successivement, à différens niveaux, seize grandes galeries d'écoulement, dont les principales subsistent encore; elles sont indiquées, tant sur notre carte du Hartz (pl. 2), que sur les planches qui nous occupent en ce moment. Il nous suffira de rappeler ici les plus remarquables.

La galerie de Wildemann, dite *Dreyzehnlachter stollen*, parce qu'elle est située à treize toises au-dessous d'une galerie plus ancienne, fut commencée en 1524;

La galerie dite *Frankenscharner stollen*, en 1548;
Neunzehnlachter stollen, en 1551;
Fürsten stollen, près Clausthal, en 1554;
Raben stollen, en 1573;
Fürsten stollen, près Andreasberg, en 1692;

Par le moyen de cet exposé chronologique, et des détails réunis sur la carte du Hartz, on pourra juger de l'approfondissement successif de toutes les mines de cette contrée dans les deux siècles indiqués ci-dessus. (*Voyez* la Description géométrique des mines, pl. 4 à 8.)

Vers la fin du XVIII.e siècle, en 1777, les travaux d'extraction étoient parvenus, dans les districts de Clausthal et de Zellerfeld, à une profondeur telle, qu'il fut reconnu indispensable de pratiquer une galerie d'écoulement, située plus bas que toutes les galeries existantes, et par conséquent propre à dispenser d'élever les eaux du fond jusqu'au niveau de ces galeries, à l'aide des machines hydrauliques : le mode d'épuisement suivi jusqu'alors ne pouvoit plus avoir lieu sans une énorme dépense d'eaux motrices à la surface du terrain, sans un grand nombre de répétitions de pompe dans les puits; en un mot, sans des constructions ruineuses. ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Après avoir long-temps délibéré sur l'emplacement qu'il convenoit de choisir pour l'orifice de la nouvelle galerie d'écoulement, on s'arrêta au point qu'il occupe dans le voisinage de la ville de Grund, et, par conséquent, à la direction principale qui en résulte pour ce percement, depuis l'orifice jusqu'aux mines de l'arrondissement dit *Burgstaedterzug*. De cette manière, l'ouvrage souterrain dont le gouvernement hanovrien faisoit l'importante dépense, se trouvoit avoir son orifice sur le territoire des mines qui, à cette époque, étoient en communauté, ainsi que nous l'avons vu ailleurs, entre le souverain de Hanovre et le souverain de Brunswick. Cette dernière circonstance occasionna bien des discussions qui sont étrangères à notre objet. Nous remarquerons seulement que, pendant les discussions, on s'assura qu'il seroit possible de pratiquer une galerie située à un niveau aussi bas, c'est-à-dire, une galerie aussi *profonde* que celle qui existe aujourd'hui, mais en lui donnant une autre direction. On pouvoit ainsi atteindre le but qu'on se proposoit par ce percement, sans lui donner une longueur beaucoup plus considérable, et sans sortir du territoire hanovrien. C'étoit auprès de Lassfeld, au sud-ouest de Clausthal (*voyez* la carte, pl. 2), qu'il eût été question de placer son orifice : alors la galerie d'écoulement, au lieu de parcourir une étendue d'environ 5000 toises de l'ouest à l'est, comme elle le fait aujourd'hui, se seroit dirigée du sud-ouest vers le nord-est, sur une longueur de 5500 toises. D'habiles mineurs préféroient cette dernière direction, parce que, la comparant avec celle des filons qu'on exploite auprès de Clausthal, ils espéroient que la galerie d'écoulement pour-

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

roit couper plusieurs gîtes parallèles de minerais, et procurer d'utiles découvertes; mais, après un examen approfondi, on se décida pour le percement tel qu'il est exécuté; ce fut par les motifs suivans :

Motifs du percement.

1.° La galerie d'écoulement, dite *Tiefer Georg stollen*, considérée comme un *ouvrage tout nouveau*, dispensoit les exploitans, à mesure qu'elle parvenoit dans leurs travaux, d'acquitter les droits d'émergement dus jusqu'alors aux galeries d'écoulement supérieures; et le nouvel ouvrage héritoit de ces droits, qui lui appartiénnent encore. (*Voyez* tom. I.er)

2.° En dirigeant le percement à partir de *Grund*, on étoit assuré que les roches à traverser opposeroient moins d'obstacles qu'à partir de *Lassfeld*, et on espéroit rencontrer, chemin faisant, des gîtes de minerais déjà reconnus par des travaux existans.

3.° Le percement devoit se rapprocher davantage de la ligne droite, en partant de Grund.

4.° On avoit la facilité de profiter, pour hâter le nouvel ouvrage, de plusieurs puits déjà existans, et même de quelques portions de galerie.

5.° Si l'on fût parti de *Lassfeld*, lieu situé hors du territoire des mines, il eût été nécessaire de terminer préalablement des accords difficiles avec divers propriétaires de terrains, et même, après la confection de l'ouvrage, on eût eu à redouter de fréquentes contestations.

Tous les débats étant ainsi terminés, le conseil des mines de Clausthal entreprit solennellement, le 26 juillet 1777, l'ouverture de la galerie qui nous occupe, en l'attaquant à son orifice auprès de Grund.

Opérations préliminaires.

Avant de se mettre à l'ouvrage, proprement dit, on avoit exécuté toutes les opérations géométriques qui devoient en être la base; ainsi, la direction de toute la galerie d'écoulement étoit déterminée par un plan général, tel que celui qu'offre la figure, pl. 4. La profondeur à laquelle la galerie devoit passer, sous chaque point du terrain, étoit connue par le moyen d'un nivellement général, tel qu'on le voit sur la même planche et les suivantes.

Il étoit de plus arrêté, 1.° que la pente de la galerie, vers son orifice, seroit constamment de 15 pouces sur 100 toises de longueur; 2.° qu'à

partir de l'orifice, le sol de cette galerie seroit établi à $\frac{3}{4}$ de toise au-dessus du futur lit des eaux, que l'on devoit entailler et égaliser par la suite; 3.° qu'en général, le percement auroit une toise de haut et une toise de large. ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Ces déterminations une fois prises, on fut en état, pour hâter le percement, de fixer dix-sept points à partir desquels on procéda à l'exécution.

Voici quels furent ces points de départ, en les comptant depuis l'orifice (*voyez* le plan général et la coupe qui lui correspond, sur une échelle plus grande): Points de départ.

1.er Point de départ, l'orifice de la galerie d'écoulement au jour, près Grund. *Voyez* Pl. 4.

2.e Le puits n.° VI, qui existoit déjà sur une ancienne galerie d'écoulement, dite *Hülfe Gottes und Isaac tanne:* ce puits se trouvoit en avant de la direction projetée pour la galerie d'écoulement; mais, par une galerie descendante, on le mit en communication avec la ligne que devoit suivre le percement.

3.e ——— Il fut donné par une galerie de traverse qu'il fallut percer à partir de la galerie dite *Hülfe Gottes &c.*, pour aller rejoindre la direction projetée. (*Voy.* g entre les puits VI et V sur le profil.)

4.e ——— le puits n.° V, qu'il fallut établir entièrement;

5.e ——— le puits n.° IV, *idem;*

6.e ——— le puits n.° III, *idem;* Pl. 5.

7.e ——— le puits n.° II, qui étoit abandonné, et qu'il fallut remettre en état de service;

8.e ——— le puits n.° I, qui existoit jusqu'à 36 toises au-dessous de la surface du terrain, et qui fut approfondi jusqu'à la direction projetée pour la galerie d'écoulement; Pl. 6.

9.e ——— dans la mine dite *Silber Segen*, qui étoit depuis long-temps en activité à la profondeur projetée, ainsi que toutes les mines ci-après. (*Voyez* le profil et le plan général.) Ce fut au moyen d'une petite galerie de traverse, partant de *Silber Segen*, qu'on alla rejoindre la direction projetée; (*Voy.* k sur le profil, pl. 6.)

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

10.e point de départ, dans la mine dite *Alter Segen, idem;* (*Voyez* n.° 21, lettre m, pl. 6.)

11.e ——— dans la mine dite *Unter Thurm Rosenhof, idem;* (*Voyez* n.° 18, lettre n.)

12.e ——— dans la mine dite *Ober Thurm Rosenhof, idem;* (*Voyez* n.° 17., lettre p.)

Pl. 7. 13.e ——— dans la mine dite *Wilhelm;* (*Voyez* n.° 10, lettre q, pl. 7.)

Pl. 8. 14.e ——— dans la mine dite *Dorothée;* une petite galerie de traverse alla rejoindre la direction projetée; (*Voyez* n.° 3, lettre s, pl. 8.)

15.e ——— dans la mine de *Caroline, idem;* (*Voy.* n.° 2, lettre t.)

Pl. 7. 16.e ——— dans la mine de *Wilhelm* (n.° 10), *idem*, pour l'embranchement de la galerie qui s'étend vers le puits n.° 15;

17.e ——— dans la mine dite *Lorenz, idem.* (*Voyez* n.° 15, lettre v, pl. 7.)

Entaillement.

Sur tous les points de départ, depuis le 2.e jusqu'au 14.e inclusivement, il fut établi un atelier de percement en montant, que nous appellerons *taille*, et un atelier de percement en descendant, que nous appellerons *contre-taille;* mais aux 15.e et 17.e points de départ, il n'y eut que *contre-taille*, tandis qu'au 1.er et au 16.e il n'y eut que *taille*. Ainsi, le nombre des points sur lesquels la roche devoit être attaquée, suivant la direction projetée de la galerie, se trouva fixé à trente.

Points de raccordement.

Des dispositions que nous venons de rapporter, il résulta que, sur 15 points différens, une taille et une contre-taille, poussées à la rencontre l'une de l'autre, donnèrent lieu, en se joignant, à un raccordement définitif. Chacun de ces quinze points de jonction, nommés en allemand *durchschlag*, est indiqué sur la coupe générale par la lettre R surmontée d'un numéro qui rappelle dans quel ordre s'opérèrent successivement les communications projetées, entre les tailles et les contre-tailles correspondantes: ainsi, par exemple, le raccordement R^1 eut lieu le premier, et le raccordement R^{15} mit fin à cet important ouvrage.

Ensemble des obstacles.

Dans tous le cours de la galerie, on n'eut à percer que la même roche, la *grauwacke* alternant avec le schiste argileux de transition;

mais il se présenta des différences plus ou moins grandes dans leurs degrés de dureté. Les obstacles résultant de l'affluence des eaux et de la difficulté de l'airage, par-tout considérables, le furent aussi plus ou moins dans certaines parties. D'après ces circonstances jointes à celles de l'extraction, qui ne furent pas par-tout les mêmes, et à la nécessité de murailler quelques parties peu solides ou de réparer quelques accidens plus ou moins graves, il ne put exister un rapport constant entre la longueur des tailles ou contre-tailles et la durée du travail qui les conduisit jusqu'à leur raccordement. Il suffira, pour le sentir, de jeter un coup-d'œil sur l'exposé suivant, en même temps que sur le plan et le profil qui indiquent les longueurs des percemens partiels. On remarquera cependant que, toutes choses égales d'ailleurs, les contre-tailles exigèrent en général plus de temps que les tailles, ce qui provient de ce que les eaux étoient beaucoup plus gênantes dans les premières, à cause de leur inclinaison.

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Après avoir considéré l'ensemble du percement depuis l'année 1777 jusqu'à l'année 1799, revenons sur nos pas pour réunir quelques détails concernant,

Détails d'exécution.

1.° Les moyens d'extraction et d'épuisement dont on s'étoit assuré avant de percer la galerie;

2.° Le travail des tailles et contre-tailles;

3.° Les moyens d'airage;

4.° Les moyens de solidité qui furent employés, &c.

Nous avons déjà vu qu'il avoit été nécessaire, ou de foncer, ou de remettre en état six puits de différentes profondeurs, sur la direction projetée de la galerie d'écoulement. (*Voyez* VI jusqu'à I, sur le plan et la coupe.) Ce fut de ces puits, dont chacun fournissoit déjà deux points de départ pour le percement, qu'on fit encore usage, pour assurer, sur tout l'espace que leur emplacement détermine, l'extraction, l'épuisement et l'airage, dans les tailles ou contre-tailles qui correspondent à chacun d'eux.

1.° Puits, &c.

Le puits VI fut mis en activité dès 1777: il ne fut pas nécessaire d'y établir une machine d'épuisement, parce que les eaux qui s'y présentèrent furent envoyées sur une ancienne galerie dite *Hülfe Gottes, &c.*, qui

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

existoit dans le voisinage, à un niveau convenable. Un treuil mu à bras d'hommes fut suffisant pour assurer l'extraction des roches. Celles de la première taille furent roulées au dehors par l'orifice de la galerie d'écoulement.

Le puits V, commencé en 1777, atteignit la profondeur desirée, en trois ans quarante-six semaines; il étoit garni d'un boisage, et surmonté de deux machines hydrauliques, l'une pour l'extraction des roches, l'autre pour l'épuisement des eaux. (*Voyez* les détails de semblables machines, pl. 11, 33 et 34.)

Le puits IV fut établi dans le roc nu, à compter de 1777. Ce ne fut qu'en 1781 qu'on put entreprendre la taille et la contre-taille qui partent de ce puits. Il étoit pourvu d'une machine hydraulique pour l'extraction des matières, et de deux pour l'épuisement des eaux.

Le puits III fut entrepris en 1777, et garni d'un boisage. Dans le commencement, on fit usage, pour l'extraction des roches et pour l'épuisement des eaux, d'une galerie qui existoit à la profondeur de 31 toises, galerie dite *pelicaner ort.* (Voy. *36*, pl. 5). Par le moyen d'un trou de sonde, et d'un raccordement qui s'en étoit suivi, on avoit mis le foncement du puits en communication avec la galerie *36*; pour cela, on avoit travaillé au percement du puits de bas en haut dans la galerie *36*, tandis qu'à partir de la surface du terrain, on y procédoit de haut en bas; mais en 1780, ayant passé le niveau de la galerie *36*, on fut obligé d'établir sur le puits deux machines hydrauliques, l'une pour l'extraction des roches, l'autre pour l'épuisement des eaux. Le puits II, remis en état à compter de 1777, fut surmonté d'une semblable machine d'extraction et de deux machines d'épuisement.

Le puits I, dont il existoit déjà une partie, ainsi que nous l'avons vu, fut pourvu, dès 1777, d'une machine d'extraction et d'une machine d'épuisement: en 1782, il avoit atteint sa profondeur totale de 90 toises $\frac{7}{8}$; mais en 1785, l'affluence des eaux souterraines et la rareté des eaux motrices à la surface du terrain, jointes au peu de consistance du roc, retardèrent considérablement l'ouvrage dans cette partie. Il survint, dans ce puits, un éboulement qui nécessita le foncement d'un puits auxiliaire dans son voisinage, jusqu'à une profondeur de 57 toises et $\frac{1}{2}$. Par le moyen de ce puits

auxiliaire et d'une galerie qui le mit en communication avec le puits I, on parvint à rétablir celui-ci : ce ne fut qu'en 1791 que le travail de percement put être repris en cet endroit, sur la direction de la galerie d'écoulement, après une interruption de cinq ans et demi. ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Quant aux parties de percement qui sont situées au-delà du puits I, vers les mines en activité, on n'eut besoin, en général, pour l'extraction des roches et pour l'épuisement des eaux, que d'employer les machines hydrauliques qui existoient déjà, pour le service courant des exploitations, sur les puits n.os 21, 18, 17, 15, 10, 3, 2. (*Voyez* à cet égard, dans le tome I, le tableau n.° 1, page 102.) Un coup-d'œil sur les puits qui viennent d'être indiqués, suffira pour faire apprécier l'avantage que l'on eut dans cette partie (pl. 7 et 8), à n'élever les eaux par les pompes, que jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement, dite *Dreyzehnlachter stollen*. (*Voyez* le profil et la carte générale du Hartz.)

Une des principales difficultés du percement qui nous occupe, fut de tenir les contre-tailles à sec. Dans les tailles, qui toutes alloient en montant suivant une légère inclinaison, les eaux s'écouloient d'elles mêmes vers le puits ; et de là elles étoient élevées, ainsi que nous l'avons vu, tant par les pompes qui étoient continuellement en activité, que par des tonnes qu'on adaptoit, en cas de besoin, à la machine d'extraction : mais dans les contre-tailles, qui toutes alloient en descendant, les eaux poursuivoient le mineur, à mesure que son atelier s'éloignoit du point de départ. Pour s'en débarrasser, on se contenta, lorsque le percement ne devoit pas être long, par exemple dans le voisinage du puits VI, d'élever, derrière les mineurs placés sur la contre-taille, une digue en bois, propre à former un réservoir dans lequel, à l'aide de seaux, on jetoit les eaux à mesure que la contre-taille avançoit. Ainsi contenues, les eaux se portoient vers le puits voisin, où il étoit pourvu, soit à leur épuisement par les moyens indiqués ci-dessus, soit à leur écoulement par quelque galerie existante ; mais quand les contre-tailles devoient être longues, ce moyen ne suffisoit plus, parce qu'alors il auroit fallu élever plusieurs digues les unes derrière les autres, et faire passer les eaux de proche en proche, par-dessus toutes, jusqu'au lieu d'épuisement. Voici comment on procéda en pareil cas. 2.° Tailles, &c.

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

A partir du puits correspondant à la contre-taille, des tuyaux de bois furent établis horizontalement sur le sol de la galerie, jusqu'auprès de l'atelier qu'il s'agissoit de garantir des eaux. L'extrémité de cette suite de tuyaux étoit fermée devant la contre-taille; mais sur un orifice ménagé à la partie supérieure du tuyau horizontal qui en étoit le plus voisin, s'ajustoit un tuyau vertical, qui s'élevoit jusqu'à une hauteur telle, qu'avec une pompe mue à bras d'hommes, on pouvoit y verser les eaux. En pareil cas, le faîte de la galerie étoit entaillé de manière à permettre l'établissement des tuyaux verticaux, et le sol creusé de manière à former un réservoir dans lequel puisoit la pompe: au moyen des dispositions indiquées, l'eau élevée par cette pompe se rendoit, comme dans un siphon, vers le puits voisin.

Épuisement et extraction.

Le service des machines d'épuisement mues par des roues hydrauliques, exigea, dans le voisinage des puits n.os IV et V, qu'on entreprît, à la surface du terrain, des travaux assez considérables pour la réunion et la distribution des eaux motrices: nous ne nous arrêterons pas à ces détails, parce que nous en présentons de semblables ailleurs, pour toutes les mines qui se trouvent sur la direction de la galerie d'écoulement. (*Voyez* Économie des eaux motrices, pl. 31 et 32.) En même temps que l'épuisement des eaux, l'extraction des roches s'opéra par les puits V, IV, III, II, I, 21, 18, 17, 15, 10, 3, 2: là, ce fut en général au moyen de machines à molettes, mises en mouvement par des roues hydrauliques; mais l'extraction avoit lieu aussi par le puits n.° VI, à l'aide d'un simple treuil; et pour la première taille, elle s'opéroit par l'orifice de la galerie d'écoulement. Par-tout le transport à l'intérieur s'effectua sur des chariots à roulettes, dits *chiens de mine*, depuis chaque taille ou contre-taille jusqu'à la place d'assemblage située près du lieu d'extraction définitive; pour cet effet, le sol de la galerie étoit garni de solives de roulage, à mesure que l'ouvrage avançoit. (*Voyez* pl. 16.)

3.° Airage.

Pendant tout ce percement, l'airage fut difficile. C'étoient le gaz acide carbonique et l'azote que les ouvriers avoient constamment à redouter. Par-tout, excepté dans la première taille, on fut obligé d'avoir recours au ventilateur aspirant, qui est connu sous le nom de ventilateur du Hartz [*Hartzer wettersatz*]: le succès en fut général. On voit cette machine

représentée sur la pl. 34, *fig. 12.* Un tel ventilateur fut établi à la surface du terrain, sur chaque puits correspondant à une taille et à une contre-taille. Par le moyen de tuyaux de bois qui, depuis les caisses de la machine, s'étendoient jusqu'à l'atelier qu'il s'agissoit de garantir des gaz délétères, la machine, recevant le mouvement d'une roue hydraulique, aspiroit l'air impur de l'atelier et le refouloit à l'extérieur du puits, tandis que l'air respirable descendoit par le puits pour se porter dans l'atelier souterrain. ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Tout le travail d'excavation dans la roche fut exécuté à prix fait, et presque toujours au moyen du tirage à la poudre, déjà décrit dans les Notions préliminaires. Le premier prix qui fut réglé en 1777 pour le percement de l'orifice, ne s'élevoit, pour une toise de long, de large et de haut, qu'à 3 reichsthalers 12 mariengros, ou cinq florins [environ 15 francs], sans compter la poudre et la lumière: ce fut le plus modique; il ne put l'être autant, qu'à cause de la foible consistance du roc en cet endroit voisin du jour. Consistance des roches.

Les *prix faits* les plus forts eurent lieu dans les environs du puits III, où le roc étoit très-dur et les eaux très-abondantes. L'un d'eux, pour une toise $\frac{1}{8}$ de long, autant de haut et une toise de large, fut réglé à 48 florins et à 46 livres de poudre, ce qui portoit le prix fait à 62 florins, en y comprenant la poudre. Dans les autres endroits, le prix de la toise cube d'entaillement varia en général de 10 à 35 florins, sans compter la poudre.

Comme nous avons remarqué, dans le premier volume de cet ouvrage, que, dans les mines du Hartz, le prix du pain est toujours le même pour les ouvriers, cet aperçu offrira quelques données utiles.

On pourra en faire usage pour estimer le prix de la main-d'œuvre dans d'autres contrées; mais il faudra avoir égard aux variations que la valeur du pain peut y éprouver, et à la dureté du roc, qui devra être comparée avec la dureté moyenne des roches connues de tout mineur sous les noms de *grauwacke* et de *schiste argileux.*

Les postes de travail furent d'abord de douze heures, ensuite de huit; et dans les dernières années, on accéléra considérablement l'ouvrage, en ne faisant les postes que de six heures. Le plus souvent, il y eut

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

quatre mineurs à chaque taille ou contre-taille, quelquefois jusqu'à six, et rarement davantage. Le nombre total des ouvriers employés pour le percement de la galerie, fut, en 1777, de 40 à 50 hommes; en 1778, de 70 à 80; en 1787, de 90 à 100: dans les dernières années, il diminua progressivement, à mesure que l'ouvrage avançoit. Mais dans le commencement, on avoit employé, pendant assez long-temps, outre les ouvriers mentionnés ci-dessus, 40 à 50 journaliers, qui étoient occupés à la surface du terrain, pour les dispositions que nécessitoient les travaux à exécuter dans l'intérieur, sans compter les charpentiers et les maçons.

Dans plusieurs portions de la galerie d'écoulement, le peu de consistance des roches exigea qu'on eût recours au muraillement; nous reviendrons plus tard sur cet objet.

Vérification du percement.

A mesure que chaque percement partiel avançoit vers son but, les géomètres souterrains, au moyen de la boussole, du cercle gradué, et, en cas de besoin, d'autres instrumens plus sûrs pour tous les cas, en vérifioient scrupuleusement l'exactitude, comparant sans cesse la direction et l'inclinaison que suivoient les tailles et les contre-tailles, avec la route que prescrivoit le projet; en même temps, ils indiquoient au mineur la ligne qu'il devoit suivre ultérieurement. Quelque talent et quelque attention qu'on eût montrés à cet égard, ce ne pouvoit être sans inquiétude qu'on approchoit des points fixés pour les raccordemens. Cependant, aucun de ces points ne fut manqué; et la plupart même ont été atteints avec une telle précision, qu'aujourd'hui il seroit difficile de les reconnoître dans la galerie d'écoulement (tant les parois des tailles et des contre-tailles se présentent planes et continues), si l'on n'apercevoit quelques traces des trous de tirage à la poudre, qui se dirigent, en deux sens opposés, vers le lieu du raccordement.

Durée du travail.

Voyons quelle fut l'époque de chacun de ces raccordemens. On pourra mesurer, sur le plan et sur la coupe, la longueur de chaque taille et de chaque contre-taille, pour la comparer avec la durée du travail, qui est énoncée ci-après. Il sera facile d'en conclure à quelle époque chaque partie du percement avoit été entreprise.

La communication eut lieu aux points:

R' en juin 1779: la taille avoit été poussée en un an et 48 semaines; — la contre-taille et un an 41 semaines.

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

R² en ..... 1780 : on avoit travaillé à la taille 2 ans 29 semaines ; — à la contre-taille, 2 ans 5 semaines.
R³ en décembre. 1780 : à la taille un an 28 ; — à la contre-taille un an 48 sem.
R⁴ en avril..... 1783 : à la taille 5 ans 8 ; — à la contre-taille un an 35.
R⁵ en ..... 1786 : à la taille 6 ans 30 ; — à la contre-taille 2 ans 24.
R⁶ en octobre... 1786 : à la taille 4 ans ; — à la contre-taille 5 ans 20.
R⁷ en ..... 1787 : à la taille 3 ans 3 ; — à la contre-taille 8 ans 39.
R⁸ en janvier... 1791 : à la taille 9 ans 21 ; — à la contre-taille 9 ans 3.
R⁹ en février... 1794 : à la taille 13 ans 49 ; — à la contre-taille 8 ans 15.
R¹⁰ en mars..... 1796 : à la taille 14 ans 15 ; — à la contre-taille un an 28.
R¹¹ en ..... 1798 : à la taille 15 ans 18 ; — à la contre-taille 10 ans 9.
R¹² en ..... 1798 : à la taille 19 ans 30 ; — à la contre-taille 20 ans 24.
R¹³ en février... 1799 : à la taille 11 ans 3 ; — à la contre-taille 19 ans 40.
R¹⁴ en mai..... 1799 : à la taille 20 ans 21 ; — à la contre-taille 19 ans 11.
R¹⁵ en septembre 1799 : à la taille 13 ans 12 ; — à la contre-taille 11 ans 43.

Fin du percement.

Ce fut le 5 septembre 1799 que, le dernier percement étant opéré, la communication souterraine se trouva établie entre la mine de *Caroline* et l'orifice de la galerie, de même qu'entre l'orifice et la mine de *Lorenz*. Mais, malgré l'exactitude des opérations, il y eut encore quelques travaux à faire sur le roc, pour égaliser le sol, y déterminer le lit des eaux, et raccorder entièrement les diverses parties.

Vers la même époque, on reconnut qu'auprès de la mine de *Wilhelm*, dans la contre-taille qui correspondoit au raccordement R¹², le sol de la galerie étoit fissuré de manière à ne pouvoir supporter les eaux, ce qui provenoit d'anciens travaux situés dans le voisinage. Pour remédier à cet inconvénient majeur, d'où il seroit résulté que les eaux auroient pu retomber dans les travaux d'exploitation situés au-dessous du niveau de la galerie, on fut obligé de garnir le sol, sur une longueur de 78 toises, de canaux en fonte de fer qui ont 5 pieds de large et 2 pieds de haut. C'est sur ce lit artificiel que coulent les eaux, en cet endroit foible de la galerie d'écoulement.

4.° Parties muraillées.

Il nous reste à considérer quelques portions de cette galerie, dans lesquelles le peu de consistance du roc a exigé qu'on eût recours au muraillement. Dès le commencement de l'ouvrage, la galerie fut muraillée en voûte de forme elliptique et à pierres sèches, sur une longueur de 273 toises, à compter de son orifice ; mais ce genre de maçonnerie ayant éprouvé un dommage considérable dans l'espace de quinze à vingt

ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

ans, on a été obligé d'y substituer, en plusieurs endroits, une maçonnerie de pierre calcaire, assemblée par un ciment de chaux et de sable; et dans quelques parties, on a préféré de voûter la galerie à plein cintre. C'est ainsi qu'elle est voûtée aujourd'hui entre les puits VI et V, sur une longueur totale de 266 toises: au-delà du puits V, il se trouve 78 toises $\frac{5}{8}$, et au-delà du puits IV, 47 toises $\frac{3}{4}$ d'un semblable muraillement; mais la portion qui correspond immédiatement à l'orifice, a conservé sa voûte elliptique.

Au-dessous du puits III, dans le voisinage d'un filon jadis exploité sous le nom de *Silberne Aaler gang*, le roc n'avoit pas présenté assez de consistance pour soutenir un muraillement qui étoit nécessaire en cet endroit; on y remédia en établissant, au-dessous du sol de la galerie creusé pour cet effet, un radier en bois de chêne, sur lequel on éleva ensuite la maçonnerie.

Le muraillement en voûte à plein cintre, avec ciment, fut encore employé sur une longueur de 24 toises $\frac{1}{2}$ au-delà du puits III, de 12 toises au-delà du puits II, de 15 toises au-delà du puits I, de 18 toises avant la mine de *Wilhelm* (*voyez* puits n.° 10), et de 50 toises entre *Wilhelm* et *Lorenz* (*voyez* puits n.° 15).

En quelques points, où la galerie d'écoulement avoit traversé des filons, on a pratiqué, sur leur direction, un commencement de galerie d'alongement muraillée, afin de pouvoir, en cas de besoin, les reconnoître par la suite; mais jusqu'à présent, ces découvertes ne se sont pas annoncées d'une manière susceptible d'encourager à des recherches étendues.

On voit, par les détails qui précèdent, que la galerie d'écoulement est garnie d'un muraillement sur une longueur totale d'environ 580 toises, c'est-à-dire, sur plus de la dixième partie de l'étendue totale qu'elle occupoit dès 1799. Cette maçonnerie présente communément une épaisseur qui varie de 16 à 20 pouces; mais dans quelques endroits, où la charge étoit plus considérable, l'épaisseur va jusqu'à 2 pieds.

Résultats de l'entreprise.

A peine la galerie d'écoulement fut-elle terminée, que, dans les deux arrondissemens de mines dits *Rosenhæfer* et *Burgstædterzug*, elle permit

de supprimer quinze machines hydrauliques d'épuisement, plusieurs puits, et un grand nombre de pompes; il en résulta dès-lors une économie de 15 ou 16000 florins par année; c'est environ 48000 fr. ÉCOULEMENT, Pl. 4 à 8.

Depuis cette époque, on a poussé la galerie plus loin, à partir du puits n.° 15, vers les mines de Zellerfeld: de plus, on a établi une communication directe entre celui de ses embranchemens qui se porte vers ces mines, et celui qui passe sous la ville de Clausthal. Le plan général de la galerie, pl. 4, indique plusieurs autres embranchemens qui ont été pratiqués dans ces dernières années: que l'on juge, d'après ces faits, des avantages d'une telle entreprise!

Les annotations que portent les pl. 4 à 8 nous dispensent d'entrer ici dans de plus longs détails concernant les mines qu'elles représentent. On y reconnoîtra facilement la disposition naturelle des gîtes de minerais, ainsi que leur composition et leur partage en concessions; enfin la disposition raisonnée des travaux souterrains, suivant un mode d'exploitation par gradins, analogue à celui qui sera exposé par le moyen des pl. 15 et 16. Un coup-d'œil sur le tableau inséré dans le tom. I.er de la *Richesse minérale*, pag. 102, ainsi que sur les pl. 11 et 31 à 34, achevera de faire sentir l'importance de ce vaste ensemble de mines, en donnant une idée de l'active industrie dont il est le théâtre. Annotations des pl. 4 à 8.

CHAPITRE X.

TRAVAUX DE SÛRETÉ CONTRE LES AFFAISSEMENS ET LES EFFONDREMENS.

EXPLICATION DES PLANCHES 9, 10, 11 et 12.

SOLIDITÉ.

LES moyens de solidité qu'on emploie dans les mines sont, 1.° la forme des excavations, qui, dans certains cas, ménage des piliers de la substance exploitable; 2.° le remblaiement, qu'on laisse quelquefois s'opérer de lui-même par affaissement, et qu'on exécute plus souvent avec des déblais disposés en massifs, soit sur le sol même des espaces excavés, soit sur des supports construits en bois ou en pierre; 3.° le boisage, dont le nom comprend tous les travaux de sûreté qui sont exécutés avec du bois, dans les tailles, dans les puits et dans les galeries; 4.° le muraillement, qui souvent remplace le boisage.

De ces quatre moyens, nous ne considérerons les deux premiers qu'à l'aide des exemples d'exploitation dont nous devons nous occuper plus tard. Quant au boisage et au muraillement, comme ils sont plus susceptibles d'être considérés d'une manière générale, il est à propos de jeter, dès-à-présent, un coup-d'œil sur ces deux objets importans.

Boisage.

Choisir les essences de bois convenables pour le but qu'on se propose; comparer la résistance dont chaque pièce est capable, avec la charge qu'elle doit supporter, et proportionner l'une à l'autre; disposer toutes les pièces de manière que leur force, employée le plus avantageusement possible, assure la solidité des travaux; enfin, mettre les pièces de bois à l'abri des atteintes que peuvent leur porter le tirage à la poudre, la chaleur, l'humidité et l'impureté de l'air: telle est, en peu de mots, la théorie du boisage.

Mais dans la pratique, il s'en faut bien que le mineur soit maître de satisfaire à toutes ces conditions: rarement il a le choix des essences de bois; trop heureux quand il en obtient une en quantité suffisante. La charge que les pièces de bois auront à supporter n'est presque jamais

susceptible d'être exprimée en nombres : souvent on ne peut que chercher à s'en faire une idée ; et d'un autre côté, les calculs de la théorie sur la résistance des bois sont encore sujets à discussion. Le mineur se borne donc, en général, à observer dans quel sens et par quelle cause la charge presse sur telle ou telle partie du boisage. Alors, guidé par l'expérience et sur-tout par ses connoissances locales, il détermine les dimensions des pièces de bois, il oppose leur plus grande résistance à la direction suivant laquelle s'opère le plus grand effort ; et dans un même ouvrage, il cherche à répartir la charge également sur des pièces de bois égales. SOLIDITÉ.

Quant aux dommages que peut éprouver le boisage, tant par la pression des masses que par les autres causes indiquées ci-dessus, le mineur les évite autant que cela lui est possible ; mais souvent il est réduit à des réparations qui sont une partie essentielle du boisage.

Les bois dont on se sert ordinairement dans les mines, sont le sapin, le pin, le pinastre, le chêne, le hêtre et le charme ; quelquefois on emploie en boisage perdu le frêne, l'aulne et le peuplier. Bois employés.

Les trois premières espèces semblent être redevables à leur résine, de la propriété qu'elles ont de durer long-temps à l'air et sous l'eau ; elles ont de plus l'avantage de la légèreté : ce sont les bois qu'on emploie dans les plus grandes mines de l'Allemagne.

Le chêne est en général l'espèce la plus durable ; mais c'est la plus coûteuse : on recommande de n'employer le chêne que long-temps après qu'on l'a coupé, à moins qu'il ne doive être placé sous l'eau. Il est bon de le dépouiller de son écorce, avant de l'abattre, pour que l'aubier se durcisse.

Le hêtre est le bois qui dure le plus long-temps enfoui et sous l'eau ; mais employé à sec, il est cassant, et il ne résiste pas aux alternatives de sécheresse et d'humidité.

Le charme, quoique compacte, ne dure pas long-temps à sec, mais bien sous l'eau ; quant aux autres espèces, ce sont en général des bois cassans et de courte durée.

Quoique les savantes théories qui ont pour objet de déterminer la résistance des bois, n'offrent pas, à beaucoup près, dans les mines, les Résistance des bois.

Solidité. mêmes secours que dans les constructions où l'on peut évaluer la quantité et la direction de la charge des pièces, il est cependant nécessaire, pour bien diriger une exploitation de mine, de connoître les principes à l'aide desquels on mesure la résistance des bois. Un directeur éclairé pourra tirer un grand secours, à cet égard, du Traité que M. Girard a publié sur la *résistance des solides*, et particulièrement des expériences de ce savant ingénieur sur la force et l'élasticité des bois de chêne et de sapin (Paris, 1798). On trouve d'ailleurs, dans le Journal des mines de France, plusieurs mémoires très-intéressans sur le boisage des mines; nous devons nous borner à y renvoyer le lecteur. Ce sera au moyen de quelques exemples que nous reviendrons plus tard sur cette matière, en considérant les pl. 9, 10, 11, 15, 30 et autres.

Muraillement. Outre les considérations d'intérêt public, qui recommandent l'économie des bois, il est de puissans motifs d'intérêt particulier, qui conseillent l'emploi du muraillement aux exploitans de mines, par-tout où les localités le permettent: le muraillement dure plus long-temps que le boisage; il dédommage ainsi l'entrepreneur des premières avances, qui sont en général plus considérables pour murailler que pour boiser les ouvrages souterrains. Le muraillement exige moins d'entretien que le boisage, et par-là il assure une économie de matériaux et de surveillance: moins sujet à réparation, il occasionne moins d'interruption de travail que le boisage, et il facilite beaucoup plus la reprise des anciens ouvrages, quand on sait qu'ils sont soutenus par ce moyen; enfin, le muraillement est capable de supporter plus de charge que le boisage. C'est d'après ces motifs, joints à la comparaison du prix local des matériaux, qu'on peut se déterminer pour l'un ou pour l'autre moyen, dans tel ou tel lieu, dans telle ou telle circonstance. En général, le muraillement convient sur-tout aux ouvrages *permanens*, c'est-à-dire, aux puits et galeries qui doivent avoir une durée indéfinie.

On distingue, dans les mines, le muraillement des galeries et le muraillement des puits: l'un et l'autre s'exécutent, d'après les mêmes principes, à l'aide de murs et de voûtes ou arceaux; mais ces étais de pierre sont diversement disposés dans les galeries et dans les puits. Les exemples qui sont réunis dans notre Atlas, sur les pl. 9, 10 et 12, donneront une idée générale des constructions usitées dans les mines.

Les murs y sont employés pour résister à une pression horizontale ou verticale. Toute pression latérale, agissant suivant une ligne inclinée, peut être ramenée à ces deux cas par une décomposition des forces; la construction des murs n'offre ici rien de particulier. SOLIDITÉ. Constructions des mines.

Les voûtes usitées dans les mines sont en général des berceaux plus ou moins longs, construits autour d'une *courbe génératrice*. L'axe d'un tel berceau est tantôt horizontal ou foiblement incliné, comme dans les galeries, tantôt incliné ou vertical, comme dans les puits. On peut appeler *voûtes complètes* celles dont la maçonnerie enveloppe, de toutes parts, une courbe fermée, et *voûtes partielles*, celles dont la maçonnerie n'enveloppe qu'une portion de courbe. Les arceaux ne sont autre chose que des voûtes partielles, d'une longueur peu considérable; souvent on les dispose en *arcs-boutans*. (*Voyez* pl. 12, *fig.* 4 et 15.) Voûtes.

Les courbes les plus usitées comme *génératrices*, dans les voûtes souterraines, sont le cercle et l'ellipse; l'une ou l'autre figure peut être employée pour engendrer une voûte complète dans le muraillement d'un puits vertical. L'ellipse convient pour engendrer une semblable voûte dans le muraillement d'une galerie. C'est sur des portions de ces courbes que se construisent les voûtes partielles qui sont distinguées par les diverses dénominations de voûte à plein cintre, voûte circulaire surbaissée, voûte d'ogive ou gothique, voûte en anse de panier, voûte elliptique surhaussée, voûte elliptique surbaissée.

On a proposé d'employer, dans les voûtes partielles, la *chaînette renversée*, parce que sa courbure est la plus favorable à l'équilibre des pierres qui se pressent réciproquement dans l'arc d'une voûte; mais, parmi toutes les courbes qui viennent d'être indiquées, celles que l'on préfère, d'après l'ensemble des considérations propres à déterminer le choix du mineur, sont, la voûte à plein cintre, la voûte circulaire surbaissée, la voûte elliptique surhaussée. En général, les arceaux se construisent sur un arc de cercle, comme des voûtes circulaires surbaissées.

C'est dans les ouvrages consacrés à l'art de bâtir, qu'on cherchera des développemens ultérieurs sur cette matière; mais nous croyons devoir indiquer aux mineurs praticiens un traité spécial sur le muraille- Architecture des mines.

SOLIDITÉ. ment souterrain, ouvrage publié en allemand par M. Erler. (Voy. *Versuch einer anleitung zur strecken-und-schacht-mauerung.* Freyberg, 1796.) Nous remarquerons aussi que les règles générales de l'art de bâtir sont susceptibles de plusieurs modifications à l'égard des mines, d'après la différence des données que l'architecte et le mineur ont à prendre en considération.

Par exemple, le mineur, ayant une roche inébranlable pour point d'appui de ses voûtes, n'a pas à craindre le renversement des culées. Il ne peut établir ses voûtes souterraines, qu'après un déblaiement coûteux et à l'aide d'un boisage provisoire. Ainsi, dans les mines, les voûtes à plein cintre sont en général préférables aux voûtes surhaussées, et les voûtes surbaissées sont préférables aux voûtes à plein cintre, quoique le contraire ait lieu dans l'architecture ordinaire, quant à la poussée. D'un autre côté, le mineur n'a ordinairement à construire que des voûtes dont la corde a peu de longueur, et qui doivent supporter des pressions considérables. Ainsi, dans les mines, l'épaisseur d'une voûte excédera quelquefois de beaucoup les proportions ordinaires qui sont établies par l'architecture, entre la longueur de la corde et la distance de l'intrados à l'extrados, tandis que l'épaisseur des murs de culée, quand il en est besoin dans les mines, y sera moins considérable, relativement à l'épaisseur de la voûte, qu'elle ne le seroit dans un édifice. Souvent, pour déterminer l'épaisseur d'une voûte, le mineur est obligé de la considérer comme un étançon courbe de maçonnerie; cet étançon doit alors avoir une épaisseur telle, que, si l'on fait disparoître sa courbure, en tirant des lignes droites entre les deux arcs parallèles, depuis le lieu de la charge jusqu'aux points d'appui, son intérieur présente encore des étançons prismatiques de pierre, qui soient convenablement placés entre les points d'appui et la charge, c'est-à-dire, qui soient capables d'opposer à celle-ci une résistance rectiligne, sans aucune interruption, et sans que le prolongement de ces étançons prismatiques, au-delà des points d'appui, sorte jamais de la roche dans laquelle ils doivent entrer.

Matériaux. Quant à l'emploi des matériaux, on distingue, dans les mines, le muraillement à pierre sèche, et le muraillement au mortier: le premier exige ordinairement que toutes les pierres soient taillées (car on ne

peut guère appeler *muraillement* une certaine disposition symétrique de déblais informes, qui a lieu dans certains cas); le second s'exécute, soit avec des pierres, dont la plupart ne sont que dégrossies, soit avec des briques ordinaires ou façonnées exprès. Le muraillement au mortier est aujourd'hui préféré assez généralement, parce qu'avec moins de frais, il procure autant de solidité que le muraillement à pierre sèche: ainsi, par exemple, dans la construction d'une voûte souterraine, on ne taille complètement que trois voussoirs, ceux des deux côtés, et celui de la clef. Cependant, le muraillement à pierre-sèche est employé, lorsque l'abondance des eaux fait craindre l'emploi du mortier: souvent alors les substances chariées par les eaux se déposent entre les joints, où elles forment un ciment naturel. SOLIDITÉ.

Le choix des pierres, et la détermination du lieu qui pourra les fournir, méritent une attention toute particulière de la part du mineur; car il doit toujours construire très-économiquement et dans la vue d'un bénéfice immédiat; nouvelle différence, et qui n'est pas la moindre, entre l'architecture ordinaire et l'architecture des mines. Le gîte exploitable offre rarement des pierres de bonne qualité, c'est-à-dire, propres à résister aux influences de l'air et de l'eau, en même temps qu'à une forte pression. Il faut alors tirer les matériaux d'une carrière voisine, d'où le transport vers la mine soit facile et peu coûteux. Choix des pierres.

Les roches de gneiss et de hornblende, non décomposées, sont les plus propres au muraillement; les roches schisteuses, marneuses, et le grès argileux, sont rarement capables de servir; il importe d'éviter les roches pyriteuses. Quand on emploie les briques, qui sont quelquefois une précieuse ressource, et principalement dans les mines de houille, leur préparation exige le plus grand soin.

Le meilleur ciment se compose de chaux éteinte, de sable de rivière, et d'eau dépourvue de substances métalliques: quelquefois, on remplace le sable, en tout ou en partie, par le moyen de laitiers de fonderie, qui doivent être choisis avec précaution. Quelquefois aussi le plâtre, la mousse, l'argile sont employés dans le mortier, mais avec moins d'avantage que la chaux éteinte, parce que celle-ci est, de toutes les substances, la seule qui n'éprouve plus aucun retrait, une fois qu'elle a produit son effet Ciment.

Solidité.

dans le mortier. Nous aurons occasion de voir ailleurs que, dans la mine du Rammelsberg au Hartz, on emploie, comme mortier, un mélange de minerais vitrioliques et de plâtre; il n'offre la consistance desirable que parce que le vitriol n'y est pas trop abondant, et parce que la mine du Rammelsberg étant exploitée par le feu, l'air intérieur s'y maintient constamment à une haute température. Sans la première de ces conditions, le mortier augmenterait de volume et ferait éclater le muraillement; sans la seconde, il tomberoit bientôt en déliquescence.

Renvoi aux pl. 9 à 12.

Les notions générales que nous venons de présenter, concernant le boisage et le muraillement des mines, serviront d'introduction aux exemples que nous avons à considérer. Voyons d'abord une galerie d'écoulement exécutée, à l'aide de ces moyens, dans un terrain mouvant.

L'exemple est tiré des mines de houille du pays de Tecklenburg, qui sont indiquées sur la pl. 1. (*Voyez* aussi tome I de cet ouvrage, page 41.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE 9.

Galerie d'écoulement dans un terrain mouvant, au pays de Tecklenburg; Déblaiement, Boisage et Muraillement.

Terrain mouvant, Pl. 9.

La pl. 9 fait voir, par les *fig. 1* et *2*, la disposition générale du terrain, du gîte exploitable et du percement de la galerie; les figures suivantes (*3* à *9*) offrent les détails du déblaiement, du boisage et du muraillement qu'il a fallu exécuter pour atteindre le but indiqué.

Cette galerie d'écoulement, dont l'orifice est au point p, présentoit déjà, à partir de ce point, une longueur d'environ 100 toises [ou 210 mètres], à la fin de l'année 1810, et sur cette longueur elle étoit entièrement muraillée.

Fig. 1 et 2.

Les *fig. 1* et *2* montrent que cette galerie p b, pratiquée horizontalement dans toute son étendue, devra se prolonger encore d'environ 300 toises, avant de parvenir à la couche de houille indiquée sur le dessin. (*Voyez* a b sur le plan, *fig. 1*, et a sur la coupe, *fig. 2*).

A partir de son orifice p, la galerie est d'abord pratiquée dans le sable, ensuite dans une argile bleuâtre, puis dans une alluvion mou-

vante, analogue au sable de rivière ; et enfin, d'après les sondages qui ont été exécutés, sur les points *1* à *10*, *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, et I à V, elle doit se prolonger encore de quelques toises, dans ce dernier terrain où les eaux abondent, avant qu'elle soit parvenue à la roche solide *m m*, c'est-à-dire, à l'argile schisteuse, au-delà de laquelle est déposée la couche de houille a b. TERRAIN MOUVANT, Pl. 9.

La direction de cette roche *m m* est indiquée par les lignes x y, z k, pour l'espace correspondant.

Lorsqu'en commençant cette galerie, on fut arrivé à l'alluvion mouvante, on essaya tous les moyens connus, on fit tous les efforts imaginables, pour pousser plus avant le travail souterrain, et pour maintenir la galerie dans sa hauteur et dans sa largeur, à l'aide des palplanches et du boisage ; mais la pression du terrain mouvant étoit si considérable, les eaux étoient si abondantes, que les plus forts cadres de boisage ne pouvoient résister, et quelquefois même étoient promptement écrasés. Quand on eut reconnu l'impossibilité de continuer ainsi le travail souterrain, on prit le parti d'exécuter, *à ciel ouvert*, cette portion de la galerie d'écoulement, qui passe à 40 pieds environ au-dessous de la surface du sol. Voici comment on a exécuté cet ouvrage difficile : pour plus de clarté, nous le considérerons comme étant en pleine activité. Détails.

On opère à-la-fois sur trois ateliers, ou *espaces*, dont chacun a 15 pieds de long et 8 à 9 pieds de large : ainsi, lorsque, dans l'espace, *fig. 3*, la galerie est muraillée, au moyen des ouvrages que nous indiquerons plus tard, l'espace *fig. 4* est déjà déblayé et boisé jusqu'au niveau de la galerie ; et dans l'espace *fig. 5*, on travaille à extraire le sable mouvant, et à boiser les parois verticales de l'excavation. *Fig. 3 à 9.*

Pour déblayer un tel espace, *fig. 5*, on commence par établir, à ses extrémités, les pièces de bois a a, par-dessus lesquelles on place un cadre de boisage, formé par les pièces b b et par les pièces c c. Déblaiement et boisage.

Parallèlement à celles-ci, on chasse les traverses d d entre les pièces longues b b. (*Voyez* les coupes verticales, *fig. 6* et *7*, ainsi que le plan correspondant.) Cela fait, on enfonce, derrière le boi-

TERRAIN MOUVANT, Pl. 9.

sage, des palplanches p tout autour du cadre; et à mesure qu'on les chasse à coups de masse, on enlève la portion de terrain qu'elles environnent. Quand les palplanches sont enfoncées jusqu'à une profondeur d'environ 3 pieds, l'excavation étant profonde alors de 2 pieds, on place un second cadre de boisage, que l'on maintient à la distance convenable du précédent, par le moyen des tasseaux e e. Afin que les palplanches ne s'enfoncent ni verticalement, ni vers l'intérieur de l'espace à excaver, ce qui, dans les deux cas, tendroit à resserrer l'excavation, on a soin, en plaçant le second cadre, de chasser entre lui et les palplanches, des coins s, qui pressent l'extrémité inférieure de celles-ci vers le terrain.

L'opération se continue, pour les cadres inférieurs, ainsi que nous venons de l'indiquer et comme le font voir les *fig. 5, 6, 7*. Quand l'excavation est parvenue, à l'aide des palplanches, jusqu'à la place qu'occupe le troisième cadre, on le place comme les précédens; on chasse derrière lui de nouvelles palplanches, d'abord sans coins, puis avec des coins successifs, dont la grosseur va en augmentant, et ainsi de suite.

Division du travail.

Comme la mobilité du terrain et l'abondance des eaux ne permettent pas d'amener tout un espace à-la-fois, jusqu'au sol de la galerie d'écoulement, voici comment on divise ce travail : lorsqu'un espace est suffisamment excavé, et qu'il a par conséquent reçu son dernier cadre de boisage, on n'amène à-la-fois que le quart de cet espace (c'est-à-dire, une longueur d'environ trois pieds et demi) à recevoir le plancher h h qui doit former le sol de la galerie. Ainsi, par exemple, pendant qu'on ferme la voûte v, sur le dernier quart de l'espace représenté par la *fig. 3*, le muraillement vertical m m s'élève dans le premier quart de l'espace suivant, *fig. 4*; le plancher horizontal h s'établit dans le quart suivant du même espace; et cette dernière opération, que nous allons décrire, se prépare dans le troisième quart du même espace, *fig. 4*.

Pour établir le plancher h, on place d'abord les pièces de bois ff, entre lesquelles on chasse les palplanches g jusqu'à ce qu'elles soient enfoncées au-dessous du sol de la galerie, ainsi que le sont les palplanches parallèles à sa longueur. (*Voyez* la coupe verticale, *fig. 8*.) Par

ce moyen, on se rend maître du sable mouvant qu'amènent les eaux, et on se hâte de le retirer de cet espace. Alors, sous l'eau qui se maintient à une certaine hauteur x, *fig. 6* et *9*, on dispose horizontalement de forts madriers de chêne, que l'on fait joindre exactement, et que l'on assujettit dans leur position, au moyen de tasseaux qui pressent leurs extrémités. Cela fait, on établit, sans perdre un moment, la maçonnerie m m sur le plancher h, qu'elle affermit de plus en plus. Cette maçonnerie, dont la *fig. 9* fait voir les dimensions, est exécutée en pierres de grès assemblées à sec, sans mortier. Sous la voûte v, au-dessus du niveau x des eaux, on établit une voie de roulage. Quand le muraillement en voûte est entièrement achevé dans un espace, *fig. 3*, et assez avancé dans l'espace suivant, *fig. 4*, pour que les cadres de boisage inférieurs se trouvent par-là assujettis, et pour ainsi dire emprisonnés entre le terrain et la maçonnerie, il ne reste plus, pour terminer le travail relativement à un tel espace, *fig. 3*, qu'à en retirer le surplus du boisage et à remblayer l'excavation.

TERRAIN MOUVANT, Pl. 9.

Muraillement.

Pour retirer le boisage, on commence, dès que s'élève le muraillement latéral de la galerie, à arracher les palplanches inférieures, et l'on ne sacrifie que les deux longues pièces b b du cadre de boisage situé au point le plus bas. La voûte v étant totalement fermée dans un espace, on recharge sur elle les matières qui ont été extraites de l'excavation : à mesure que celle-ci se remplit, on enlève le boisage, depuis le niveau de la galerie jusqu'au jour. Ce même boisage est employé de nouveau pour un espace suivant.

Suite et fin du travail.

Une fois parvenue au terrain solide *f m*, *fig. 2*, la galerie est continuée par les moyens ordinaires de percement, qui ont déjà été exposés au sujet des planches 4 à 8.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 10.

Exemple concernant le boisage et le muraillement des puits d'épuisement et d'extraction.

La pl. 10 fait voir l'ensemble d'un puits destiné à l'épuisement des eaux souterraines, et d'un puits destiné à l'extraction des minerais ; ces

NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

NIVEAUX D'EAU, Pl. 10. deux puits verticaux sont garnis de boisage et de muraillement; ils offrent un travail particulier de boisage, que les mineurs du nord de la France désignent par la dénomination de *picotage*. L'exemple est tiré de l'une des mines du département du Nord, auxquelles se rapporte aussi la pl. 26 de notre Atlas.

Sur la pl. 10 on distinguera les objets suivans :

Fig. 1. Puits boisés et muraillés. La *fig. 1* offre une coupe verticale passant par les deux puits d'une mine de houille située à Fresne, non loin de Valenciennes. Cette figure a exigé six divisions sur plusieurs bandes parallèles, ainsi que nous allons le voir :

A B, orifice du puits qui sert à l'épuisement des eaux. Ce puits vertical est représenté, suivant toute sa profondeur, jusqu'en L M, dans les bandes qui sont placées à gauche de A B, C D, *fig. 1*. Les *bandes de continuation*, faute d'espace, n'ont pu être ajustées au-dessous de A B C D, suivant une même ligne verticale A C, comme le sont, dans la réalité, les portions de puits qu'elles représentent.

C′ D′ E F, continuation, en ligne droite, de la portion de puits A B C D; C′ D′ est absolument la même portion de ligne horizontale que C D, comme G′ H′ est la même que G H, et I′ K′ la même que I K.

E F, ligne au-dessus de laquelle le puits A B L M est boisé en carré, jusqu'en A B, tandis qu'au-dessous d'elle il est muraillé en rond, jusqu'en L M.

L M, puisard dans lequel se réunissent les eaux souterraines, fond du puits A B L M.

N O, orifice du puits qui sert à l'extraction de la houille : ce puits vertical est, comme le précédent, représenté suivant toute sa profondeur, au moyen des *bandes* qui se voient à droite de N O P Q; ainsi P′ Q′ est la même portion de ligne horizontale que P Q, et T′ U′ la même que T U.

R S, ligne au-dessus de laquelle le puits N O V Z est boisé en carré, jusqu'à son orifice, tandis qu'au-dessous il est muraillé en rond, jusqu'en V Z.

V Z, fond du puits d'extraction.

X, emplacement d'une machine à vapeur, de 60 pouces de diamètre, qui met en mouvement les pompes d'épuisement depuis A B jusqu'en L M. (*Voyez* cette machine, pl. 37 et 38.) NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

Y, emplacement d'une machine à vapeur de rotation, de 16 pouces de diamètre, qui met en mouvement les tonnes d'extraction depuis N O jusqu'en V Z. (*Voyez* cette machine, pl. 39, 40 et 41.)

Dans la réalité, le puits A B L M, ainsi que la machine X, est tourné, relativement au puits N O V Z et à la machine Y, de manière que le plan vertical A B C D est perpendiculaire au plan vertical N O P Q; mais, en représentant ainsi le puits A B L M, il n'auroit pas été possible de faire voir clairement toutes les pompes d'épuisement et leur attirail; nous avons donc supposé que le puits A B L M avoit tourné de 90 degrés sur son axe vertical, pour se présenter à l'œil, tel qu'on le voit dans la *fig. 1*, ce qui n'apporte aucun changement à l'explication.

Les chiffres *1, 2, 3* jusqu'à *11*, indiquent autant de couches de houille, de diverses puissances; elles sont renfermées dans le terrain houiller, c'est-à-dire, dans l'argile schisteuse et le grès, dont les bancs se dirigent et s'inclinent comme les couches de combustible. Couches de houille.

Au-dessus du terrain houiller, on voit diverses roches dépourvues de houille, et dites par cette raison *terrains-morts*, dont les bancs sont à-peu-près horizontaux.

Tout l'espace compris entre la portion de puits A B C D et la portion de puits N O P Q est représenté exactement dans la *fig. 1*, tel que le percement des puits et galeries l'a fait connoître; mais, en se figurant la portion C′ D′ G H ajustée au-dessous de A B C D, ainsi que nous l'avons expliqué, et la portion P′ Q′ T U ajustée au-dessous de N O P Q, on ne voit plus, sur la figure, qu'une partie de l'espace connu qui sépare les deux puits à cette profondeur; et il en est de même à l'égard des autres continuations des deux puits. Cette suppression nécessaire ne nous prive d'aucun détail, parce que les mêmes couches de houille et les mêmes galeries se retrouvent indiquées sur les portions correspondantes des deux puits : comme l'espace qui les sépare, dans la réalité, n'offre rien autre chose que la continuation, en

NIVEAUX D'EAU, Pl. 10. ligne droite, de ces mêmes objets indiqués le long des puits, par la *fig. 1*, les bandes de continuation, qui sont placées à gauche de A B C D et à droite de N O P Q, suffisent pour présenter une image exacte et complète de la construction des deux puits, et de la disposition des roches qu'ils traversent, depuis le jour jusqu'à une profondeur de 150 toises.

Renvoi à la pl. 26. Sur la pl. 26, *fig. 4*, la disposition d'un dépôt houiller, du même département, est représentée sur une plus grande étendue, et l'on y voit indiqués, par de simples lignes, des puits et des galeries dont la construction est, dans la réalité, semblable à celle que nous considérons ici avec plus de détails.

Pompes d'épuisement. A l'égard de l'épuisement des eaux, on remarquera (dans le puits A B L M):

a, b, c, d, e, f, g, h, i, neuf pompes aspirantes hautes, formant autant de répétitions depuis le fond jusqu'au jour; comme une telle pompe sera présentée avec tous ses détails (pl. 11, *fig. 5*), il nous suffira d'en considérer l'ensemble :

Le tirant vertical *j* étant mis en mouvement par le balancier *k* de la machine à vapeur X, la pompe *a* élève les eaux du puisard L M jusque dans le réservoir qui est placé au-dessous de la pompe *b*; celle-ci les porte jusqu'au réservoir de la pompe *c*, qui les verse à son tour dans le réservoir de la pompe *d*, et ainsi de suite jusqu'à la pompe *i*, qui les verse au jour.

j, tirant principal de bois, formé de poutrelles assemblées par des boulons de fer; à ce tirant sont suspendues les tiges de toutes les pompes.

k, balancier de la machine à vapeur, auquel est supendu le tirant *j*.

Extraction. Passons au puits d'extraction N O V Z; on y voit :

l, m, deux poulies en fonte de fer, sur lesquelles passent les cables des tonnes.

n, une poulie qui supporte le cable *q*, à l'extrémité duquel est attachée une chaîne de fer, destinée à faire l'office de contre-poids, dans le mécanisme relatif à l'extraction de la houille: ce mécanisme est

décrit ailleurs. (*Voyez* planche 39, *fig. 4* et *6*, ainsi que l'explication correspondante.) NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

o, o, deux cables dont chacun correspond à une tonne d'extraction.

p, un crochet de fer, auquel est suspendue la chaîne du contre-poids rappelé ci-dessus.

q, un cable correspondant à ce contre-poids.

r, r, deux tonnes d'extraction.

La *fig. 2* offre trois coupes horizontales, prises dans le puits ABLM : 1.° sur ab de *fig. 1*; 2.° sur cd; 3.° sur ef. Ces coupes et les suivantes, comparées avec la *fig. 1*, au moyen des mêmes lettres qu'elles portent, expliqueront suffisamment la disposition des réservoirs, des tiges, et des tuyaux de pompe, ainsi que la manière dont sont placées, pour tout l'attirail d'épuisement, les solives de soutien, telles que *v*, en ef. *Fig. 2.*

La *fig. 3* est une coupe verticale sur lm de *fig. 4*; elle a pour objet de faire voir la tige *j*, garnie de deux oreillons de sûreté, qui la retiennent, en cas de rupture, sur les solives *s, t*. *Fig. 3.*

La *fig. 4* est la continuation des coupes horizontales ci-dessus, savoir : 4.° sur gh de *fig. 1*; 5.° sur ik. *Fig. 4.*

Revenant à la *fig. 1*, remarquons les objets indiqués ci-après : Retour à la *fig. 1*.

n, n', n'', descente des ouvriers, suite de puits inclinés, dans lesquels sont placées des échelles, et qui aboutissent à des galeries pratiquées dans les diverses couches de houille. C'est à l'aide de ces descentes, et des portions de galeries auxquelles on les voit aboutir dans la *fig. 1*, que les ouvriers se rendent depuis le jour jusqu'au fond des travaux. La *fig. 1* ne fait voir qu'une partie de cette suite de descentes, parce que la représentation du tout auroit excédé inutilement les bornes assignées à cette figure.

o, o^2, o^3, o^4, galeries dont chacune a pour objet de traverser plusieurs couches de houille, du mur au toit ou du toit au mur; on les nomme, par cette raison, galeries de recoupement, ou de traverse.

NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

p, p^2, p^3, p^4, p^5, p^6, places d'assemblage nommées *accrochages*, dans le pays de Valenciennes. C'est à ces différens niveaux que les tonnes *r*, *r* vont alternativement chercher la houille.

q jusqu'à q^4, cadres de boisage, fixés de manière à contenir les eaux, au moyen d'une disposition connue sous le nom de *picotage;* on nomme un tel cadre une *trousse de picotage :*

q, q^4, *trousses doubles;*

q^2, q^3, *trousses simples.*

Picotage. Le *picotage* proprement dit est l'opération par laquelle on chasse des coins ou *picots* derrière une trousse de boisage, pour l'assujettir contre la roche, ainsi que nous allons le voir.

L'objet qu'on se propose, en établissant une trousse de picotage, est de mettre le puits à l'abri des eaux qui affluent en général dans les *terrains-morts*, et qui sont plus ou moins abondantes dans certaines roches plus ou moins fissurées. C'est ce qu'on appelle traverser les *niveaux d'eau;* pour cela :

1.° Il faut pourvoir, en creusant le puits, à l'épuisement des eaux affluentes, ce qui exige ordinairement l'emploi de plusieurs machines à vapeur des plus fortes, pour un même puits qui fournit quelquefois, dans les mines d'Anzin, jusqu'à neuf cent quarante-cinq mille pieds cubes d'eau en vingt-quatre heures.

2.° Il faut parvenir ainsi à une roche assez solide pour qu'elle offre, au *picotage*, un appui inébranlable. Il faut fixer la trousse de picotage, avec la plus grande force, dans la roche entaillée pour la recevoir.

3.° Sur la trousse ainsi fixée, il faut élever le boisage ou *cuvelage* du puits, jusqu'à ce que le dernier des cadres successifs dont il se compose ait atteint le dessous d'un cadre supérieur déjà fixé d'une manière invariable. Il faut alors chasser des coins horizontalement entre les deux cadres qui viennent d'être indiqués. De ces dispositions il doit résulter un cuvelage parfaitement *serré.*

Quand on creuse un puits aux mines d'Anzin, ce qu'on appelle, dans cette contrée, *faire une avaleresse*, on est presque toujours obligé d'y pratiquer plusieurs picotages, avant de parvenir à la partie supérieure du

banc de *terrain-mort* que l'on désigne par le nom de *diève :* au-dessous de ce niveau, il n'est plus besoin de picotage, parce que la terre glaise dont le banc est composé, ne laisse point passer les eaux. Des masses énormes de fluide restent ainsi suspendues dans les parties supérieures de l'exploitation, pressant horizontalement le cuvelage qui leur résiste, et s'appuyant sur les trousses de picotage, dont chacune intercepte, plus ou moins exactement, la communication des eaux qu'elle soutient avec celles du niveau inférieur. NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

On peut se représenter tout l'espace compris depuis q^4 jusqu'à q, dans chacun des deux puits, comme seroit un tube calibré par dedans, ceint par dehors de plusieurs anneaux saillans, et placé dans un vase qui auroit un diamètre intérieur précisément égal au diamètre extérieur des anneaux. Si les parois d'un semblable tube offrent la résistance convenable, un fluide placé entre lui et le vase, de manière à occuper soit l'espace entier qui sépare un anneau de l'autre, soit une portion seulement de cet espace, restera suspendu entre deux anneaux contigus, sans pénétrer ni dans le tube, ni au-dessous de l'anneau inférieur, ni au-dessus de l'anneau supérieur. Image de ce travail, *fig. 1.*

C'est un effet semblable qu'on se propose d'obtenir par le *picotage.* Dans cette opération, le puits est le tube, la roche environnante est le vase, tandis que les trousses de picotage sont les anneaux dont nous avons employé l'image pour rendre cette explication plus sensible. Quant au picotage proprement dit, voici comment il se pratique :

Lorsqu'on a disposé convenablement, en forme de cadre, dans l'entaille de la roche, les quatre pièces de bois de chêne *a a,* dont se compose une trousse, savoir, deux pièces longues et deux pièces courtes, telles qu'on les voit indiquées *fig. 5,* on place, entre la roche et chacune des pièces de bois, un madrier posé de champ, dit *lambourde,* dont la longueur excède un peu celle de la pièce correspondante, l'entaille de la roche *b* ayant été pratiquée assez profondément pour permettre cette disposition. Cela fait, on garnit de mousse tassée tout l'espace qui se trouve entre le terrain *b* et chaque madrier *c* posé devant lui : il s'agit alors de *picoter ;* pour cela, on place, entre chaque madrier *c* et la pièce *a* correspondante, des coins ou tasseaux prismatiques de bois Exécution. *Fig. 5* et *6.*

Niveaux d'eau, Pl. 10.

blanc très-sec, *d*; puis, entre ces tasseaux, des coins de bois dont les premiers ont la tête en bas; entre ceux-ci, on chasse avec force de nouveaux coins, d'abord de bois blanc, ensuite de chêne, qui ont la tête en haut comme à l'ordinaire: quand ces coins refusent d'en admettte d'autres entre eux, on prépare une place à de nouveaux coins de bois, à l'aide de coins de fer, et l'on frappe de nouveau à coups redoublés; après quoi, tout cet assemblage de coins étant tassé en une seule masse plus compacte qu'aucun bois, on finit par chasser les quatre maîtres-coins *e*, *e* entre les angles saillans de la troûsse et les angles rentrans de la roche.

Cuvelage.

Quand une trousse de picotage est ainsi établie, il s'agit, comme nous l'avons déjà indiqué, d'élever au dessus le cuvelage, qui est composé de cadres de boisage, bien joints et parfaitement planes, sur le pourtour intérieur du puits. A mesure qu'on place les cadres de cuvelage, on remplit exactement de ciment liquide l'espace qui se trouve entre eux et la roche : une petite bande de toile, clouée à la partie inférieure de chaque cadre, du côté qui regarde la roche, couvre le joint qui se trouve entre lui et le cadre immédiatement inférieur.

Quand on est parvenu, de cette manière, à la surface stable contre laquelle doit s'appuyer la partie supérieure du cuvelage, par exemple, ayant *cuvelé* l'espace compris entre q^4 et q^3, *fig.* 1, on assujettit toute cette partie, au moyen de coins chassés horizontalement entre la trousse q^3 et le cadre qui est situé immédiatement au-dessous d'elle: ces coins font l'office de clefs qui *ferment* toute cette charpente.

Il ne s'agit plus que de calfater tous les joints du cuvelage; pour cela, on pratique, en avant de chaque joint, à l'intérieur du puits, une petite entaille, d'une ligne de hauteur et d'un pouce de profondeur, dans laquelle on bourre de l'étoupe goudronnée. Cette dernière opération s'exécute en commençant par la partie supérieure, afin que les ouvriers ne soient pas incommodés par le suintement des eaux que retient le cuvelage.

Muraillement.

Après avoir considéré le cuvelage carré des puits A B L M et N O V Z, jetons un coup-d'œil sur le muraillement circulaire qui se trouve au-dessous.

Un tel muraillement s'exécute, soit à partir du fond du puits, soit par reprises. Dans tous les cas, on commence le muraillement sur une forte *roue* de bois, composée de jantes assemblées, sans rayons, espèce de collier ou d'anneau circulaire : cette roue est fixée horizontalement, à l'aide de coins, dans une entaille faite à la roche environnante, de manière que la roue présente une saillie propre à supporter la maçonnerie de brique, à chaux et ciment, qu'on élève dessus. Si l'on veut ensuite commencer une seconde reprise de muraillement au-dessous de la première, il ne s'agit que d'établir, comme pour celle-ci, une nouvelle roue de bois, et de maçonner, en montant, jusqu'à la partie déjà muraillée, que l'on peut alors dégarnir de sa roue, sans que son ciment se dérange, si le premier muraillement a été bien fait.

NIVEAUX D'EAU, Pl. 10.

Lorsqu'il est question de lier une partie de muraillement avec un cuvelage ou boisage situé au-dessus, comme, par exemple, en EF et en R S, *fig. 1*, voici comment on s'y prend : ayant élevé le muraillement circulaire jusqu'à 6 pieds au-dessous du dernier cadre de cuvelage, qui est fixé avec des coins de manière à supporter ceux qui sont au-dessus de lui, on commence peu-à-peu à disposer la maçonnerie suivant la forme d'un puits octogone, et l'on continue ainsi à l'approcher du cuvelage carré. Quand la maçonnerie est terminée, à chacun des angles droits du puits carré correspond un côté du puits octogone qui est situé au-dessous. Alors, pour qu'il ne reste pas, à la jonction de ces deux puits, des ressauts capables d'arrêter les tonnes quand elles descendent, on cloue, dans les angles du cuvelage, des pièces de bois, dont chacune présente, à l'intérieur du puits, une face triangulaire inclinée vers le fond, et ayant pour base une ligne égale au côté de l'octogone qui la supporte. Par ce moyen, à six pieds au-dessus de la jonction de la maçonnerie et du cuvelage, il n'y a plus aucun ressaut, parce que chacun des quatre autres côtés de l'octogone, indiqués ci-dessus, est d'ailleurs situé dans un même plan vertical avec la face de cuvelage qui lui correspond.

Réunion des deux moyens.

Il est extrêmement rare, aux mines de Valenciennes, que, dans certaines parties d'un tel puits, la consistance des roches permette de n'employer ni cuvelage, ni muraillement. Lorsque le cas se présente, il

Niveaux d'eau, Pl. 10.

suffit, pour la solidité d'un muraillement établi au-dessus d'une partie nue, que la maçonnerie soit assise sur une forte roue de bois, absolument de la même manière que nous l'avons indiqué ci-dessus. Une telle roue, fixée dans la roche, présente à l'œil une partie de sa face inférieure, si on la considère de l'espace laissé à nu dans le puits; mais le contour extérieur de cette même face est engagé dans la roche qui soutient la roue et la maçonnerie construite dessus. Il en est de même quand c'est une partie de cuvelage qui touche immédiatement à une partie nue, située au dessous : dans l'un et l'autre cas, il faut fixer fortement, avec des coins de bois, la première pièce sur laquelle reposent toutes les autres. Quant au cuvelage ou au muraillement à exécuter au-dessous d'une partie nue, on part de même d'une base solide; mais comme la partie supérieure d'une telle construction vient aboutir, sans nulle difficulté, à la partie nue, il seroit superflu d'entrer dans de plus longs détails à cet égard.

Cuvelage en fonte de fer.

C'est ici le lieu de faire mention d'un nouveau moyen de solidité, qu'on a employé en Angleterre, pour passer les *niveaux d'eau* d'une manière analogue aux procédés de *picotage* et de cuvelage ci-dessus décrits.

Depuis quelques années, il existe, dans l'une des mines de houille de Newcastle, dite *Percy-Mine*, un puits vertical et circulaire, d'environ 400 pieds de profondeur et de 13 pieds de diamètre, dont les parois sont revêtues, sur une longueur de 120 pieds, en pièces de fonte de fer ajustées sur des pièces de bois. Chacune des pièces de fonte est une portion de cylindre creux; sa courbure correspond à un sixième de la circonférence du puits. La hauteur de chaque pièce est de 3 pieds, entre les deux collets extérieurs qui la terminent; son épaisseur est d'environ un pouce. Six pièces semblables de fonte sont appliquées, côte à côte, sur la circonférence du puits qu'elles couvrent entièrement; elles reposent, par leurs collets inférieurs, sur des *roues* horizontales de bois, qui sont encastrées dans la roche, comme il a été dit plus haut, au sujet d'Anzin.

Les six pièces de fonte sont serrées entre elles, par le moyen de coins chassés horizontalement dans leurs joints verticaux; les collets supérieurs des pièces de fonte s'appuient contre la partie inférieure d'une

seconde *roue* de bois, établie à 3 pieds au-dessus de la première. C'est ainsi que le revêtement intérieur du puits est formé d'assises successives de fonte, dont chacune est contenue entre deux *roues*, ou colliers de bois, fortement assujetties. NIVEAUX D'EAU. Pl. 10.

M. de Gallois, ingénieur en chef des mines de France, auquel nous sommes redevables de la connoissance de cette construction, inventée par M. Buddle, habile directeur de la mine indiquée, nous assure, comme témoin oculaire, que ce cuvelage en fonte a complétement réussi : mais il ne faut pas perdre de vue qu'en Angleterre la fonte de fer est obtenue à bas prix et en grande quantité, par le moyen de la houille; que le bois y coûte beaucoup plus cher que dans la plupart des pays de mines; et enfin que cette construction, en fonte de fer, ne seroit pas applicable, si les eaux à contenir étoient vitrioliques.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Boisage des Mines, &c.

L'objet principal de la pl. 11 est de faire voir le boisage d'un puits de mine, d'après un exemple tiré du Hartz, où le bois résineux abonde. On reconnoîtra, sur les *fig. 1* et *2*, les espaces consacrés à la descente des mineurs, à l'épuisement des eaux, à l'extraction des substances minérales; et sur la *fig. 2*, le toit, le mur et l'inclinaison du filon, dans lequel est pratiqué le puits d'exploitation. C'est ainsi que sont disposés en général les puits indiqués sur les pl. 4 à 8 inclusivement, ainsi que sur les pl. 15, 16 et 18. BOISAGE. Pl. 11.

Les *fig. 3* et *4* font voir les détails d'une des pompes d'épuisement qui sont établies dans un semblable puits, au Hartz; la *fig. 5* montre, par comparaison, l'une des pompes en fonte de fer qui sont employées en Silésie, dans le puits d'épuisement (G) que l'on voit sur la pl. 35, *fig. 7*, et sur la pl. 36, *fig. 1*.

Entrons dans quelques détails, concernant chacune des figures de la pl. 11. Les deux premières offrent seulement une portion du puits boisé, le surplus étant absolument semblable, depuis le fond jusqu'au jour; on y distinguera les objets suivans :

BOISAGE, Pl. 11. Fig. 1 et 2.

Fig. 1, projection verticale sur un plan situé au mur, ou coupe suivant la ligne S Q de la *fig. 2*.

Fig. 2, projection verticale sur un plan perpendiculaire à la direction du filon dans lequel le puits est foncé suivant l'inclinaison, ou coupe suivant la ligne A B ou M N de la *fig. 1*.

Dans la *fig. 1*, toute la partie qui forme le toit du filon et du puits est supposée enlevée, pour que l'on voie le mur.

Dans la *fig. 2*, toute la partie qui forme le flanc du puits, à gauche des échelles de la *fig. 1*, est supposée enlevée, pour que l'on voie le flanc opposé, ainsi que le mur X et le toit Z. La charpente du toit est semblable à celle du mur, à l'exception de la voie des tonnes V W, qui n'existe que sur celui-ci.

Première charpente.

Sur les deux figures, il sera facile de reconnoître les pièces ci-après, qui constituent la première charpente, c'est-à-dire, la partie du boisage que l'on pose à mesure que le puits s'approfondit:

a, a, a, pièces de flanc, ou pièces courtes;

b, b, b, pièces longues;

c, c, c, pièces interposées (qui alternent avec les précédentes);

f, f, f, tasseaux qui séparent les cadres de la première charpente, formés des pièces *a, b, c* ci-dessus;

g, g, g, soliveaux de garnissage, au mur;

h, h, h, idem, au flanc.

Seconde charpente.

La seconde charpente est composée des pièces suivantes :

A, B, C, D, E, F, pièces d'appui montantes;

G, H, K, traverses principales qui supportent la seconde charpente;

d, e, traverses qui maintiennent les pièces d'appui montantes du mur et du toit, savoir :

d, pièce au toit *[stempel]*;

e, pièce au mur *(idem)*.

On n'a point indiqué ces pièces dans la *fig. 1*, pour éviter la confusion.

Intérieur du puits.

Dans le puits ainsi boisé, on remarquera encore ce qui suit :

i, planchers de repos;

k, poutrelles qui les supportent;

P′, P, jeux alternatifs de pompes aspirantes; BOISAGE, Pl. 11.

R′, R, réservoirs qui leur correspondent;

n′, n, tirans qui mettent en mouvement les tiges des pistons de ces pompes;

t, tuyau d'aspiration de la pompe qui est placée au-dessus de P, comme P est au-dessus de P′;

z, z, échelles pour les mineurs.

V W, voie des deux tonnes, dont l'une seulement est représentée dans le compartiment W; l'autre tonne est supposée suspendue à l'extrémité du cable indiqué sur l'autre compartiment V, mais en un point non visible sur les *fig. 1* et *2*.

Les *fig. 3* et *4* réunissent les détails d'une pompe aspirante, semblable à celles qu'indiquent les *fig. 1* et *2*, sous les lettres P, R; on en voit la coupe verticale sur la *fig. 3*, tandis que la *fig. 4* présente quatre coupes horizontales A, B, C, D, prises aux niveaux correspondans *a, b, c, d*, de *fig. 3*. Pompes. *Fig. 3* et *4*.

Au moyen de ces deux figures, il sera facile de distinguer les objets suivans au-dessus du tuyau aspirateur qui plonge dans le réservoir R, savoir:

a, botte en bois du corps de pompe; elle renferme un clapet formé d'une rondelle de cuir, qui est maintenue, par une vis, entre deux plaques de tôle. Pour réparer ce clapet, on enlève un bondon qui bouche l'ouverture ménagée sur la botte. (Voyez *o, fig. 2.*)

b, piston en bois; il est percé de trous, et couvert d'une épaisse rondelle de cuir qui fait l'office de clapets.

c, corps de pompe; c'est un tuyau de fonte de fer, exactement allésé ou calibré.

d, couronne en bois, dégorgeoir de la pompe.

C'est ainsi que sont construites, en général, les pompes d'épuisement du Hartz, de la Saxe, de la Carniole et de plusieurs autres pays de mines.

La *fig. 5* fait voir, par appendice, une pompe à tuyaux additionnels, usitée en Silésie, dans le pays de Mansfeld, et ailleurs. Sa disposition générale est analogue à celle des pompes d'épuisement qui sont indi- *Fig. 5.*

Boisage, Pl. 11.

quées sur la pl. 10, *fig. 1*, par les lettres *a, b, c, d, e, f, g, h, i;* mais la *fig. 5*, pl. 11, que nous considérons, ne présente qu'une portion des tuyaux de la pompe : au-dessus du point V, ces tuyaux et la tige du piston se prolongent, tels qu'ils sont à cette hauteur, et quelquefois ils s'élèvent encore de douze à quinze toises.

On remarquera ce qui suit, sur la *fig. 5*, savoir :

H K, portion représentée entière à l'extérieur, pour que l'on voie le tuyau d'aspiration H et l'assemblage des tuyaux, qui sont de fonte de fer;

K *e'*, portion représentée en coupe verticale, pour que l'on voie les clapets, ainsi que la tige et le piston *t*, dans les tuyaux K V;

e' p, portion représentée entière, pour que l'on voie la porte de réparation ou chapelle *(e')*, qui est située sur la partie antérieure, de la même manière que la porte semblable *(e)* est située de l'autre côté;

p V, portion représentée en coupe verticale;

V, portion représentée entière;

q, q, pièces de bois et planchers qui soutiennent l'attirail des tuyaux de pompe;

La pièce de fonte de fer *f* est garnie de deux clapets à charnières: quand la pompe est en action, cette pièce *f* est fortement embrassée par le tuyau, et elle reste immobile pendant le jeu des clapets. La *fig. 5* la représente un peu soulevée, pour qu'on la distingue du tuyau. Remarquons encore la tige de fer forgé *(t)*, dont les diverses portions sont terminées par un *trait en peigne*, et le piston *(t)* que cette tige traverse. Ce piston est garni de deux clapets à charnières, comme la pièce *f*. L'assemblage, en *peigne*, de deux portions consécutives de la tige, est recouvert par un écrou de fer, qui l'embrasse et le maintient.

Fig. 6. La *fig. 6* offre d'autres détails relatifs à la *fig. 5*, savoir :

E, coupe verticale de la chapelle *e* ou *e'*, prise perpendiculairement à la *fig. 5*;

T, plan du piston *t*, non encore garni de ses clapets : c'est une pièce coulée en fonte de fer; elle est semblable à la pièce *f*, avec cette seule différence, que celle-ci est plus forte, garnie d'un crochet qui sert à la

déplacer en cas de besoin, et traversée par une queue qui la maintient dans sa situation. BOISAGE, Pl. 11.

T', plan du même piston *t*, garni de ses deux clapets, et vu sur la tête: c'est la pièce T recouverte d'une rondelle de cuir qui la déborde. Cette rondelle est maintenue, par-dessus et par-dessous, entre deux feuilles de forte tôle, qui sont liées entre elles par des clous. De cette disposition résultent deux clapets de fer, que le cuir déborde, et à chacun desquels correspond une charnière formée par le cuir même, parallèlement au diamètre du piston.

Autour du piston (voy. *t, fig. 5*) se trouve une garniture ou *manchette* de cuir, qui s'évase par le haut, de manière qu'elle s'applique exactement contre les parois du corps de pompe, quand la tête du piston est chargée d'eau. C'est à-peu-près de même que sont disposés les pistons dans les corps de pompe qu'indique la pl. 10, *fig. 1;* mais dans ces derniers, le tuyau dit *la travaillante,* dans lequel se meut le piston, est de laiton, au lieu que, dans l'exemple actuel, tous les tuyaux sont en fonte de fer.

La *fig. 7* rappellera une disposition de la garniture des pistons, par laquelle on a essayé, dans quelques-unes des mines de la Saxe et du pays de Mansfeld, de remplacer la *manchette de cuir* mentionnée ci-dessus. *Fig. 7.*

On voit, en Z, l'élévation, et, en Z', le plan d'un semblable piston. Sur sa tête est établie une couronne formée de petites lames de bois *a, a'*, qui se recouvrent l'une l'autre, et qui sont liées entre elles par des morceaux de cuir et de petits clous. De cette disposition, qui a été décrite par M. de Bonnard, dans le Journal des mines (n.° 164), il résulte une couronne flexible qui, en s'appliquant contre le tuyau du corps de pompe, fait l'office de garniture; mais les essais faits à cet égard n'ont pas donné lieu de préférer cette disposition minutieuse à celle des pistons indiqués ci-dessus.

Si, après avoir considéré la pl. 11, et particulièrement les *fig. 1* et *2*, on jette un coup d'œil sur la pl. 33, *fig. 2*, on aura une idée complète de l'ensemble d'un puits très-profond et boisé avec la plus grande solidité. Revenant alors aux pl. 4 à 8, on sentira quelle énorme quantité de bois est enfouie dans les mines du Hartz. Renvoi à d'autres planches.

BOISAGE, Pl. 11.

Il est des cas où la consistance de la roche permet de simplifier le boisage des puits; la pl. 30 en offre un exemple dans les *fig. 1* et *3*. Quant au boisage des galeries de mines, on en verra les détails sur la pl. 15, par le moyen des *fig. 8, 9, 10,* sur lesquelles nous reviendrons en considérant cette planche. Nous ne nous y arrêterons pas ici, parce qu'une partie de ce qui doit suivre, concernant le muraillement, s'applique au boisage, sauf la différence des matériaux que l'on emploie, dans ces deux cas, pour assurer la solidité des travaux souterrains.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 12.

Muraillement.

MURAILLEMENT, Pl. 12.

Sur la pl. 12 sont réunis divers exemples, dont les uns se rapportent au muraillement des mines et les autres au percement par la sonde. Considérons d'abord le muraillement dans les div. I.° et IV.° de cette planche; nous renverrons à la fin de ce chapitre, l'explication des figures comprises dans les div. II.°, III.° et V.°

Les *fig. 1* à *5* représentent les principales constructions en pierre qui sont usitées dans les galeries et les puits de mine.

Les *fig. 6* à *8* font voir le muraillement d'une cage de roue hydraulique, établie dans l'intérieur d'une mine.

Les *fig. 14* et *15* offrent une partie d'un puits muraillé et disposé pour l'extraction.

Avant d'entrer dans les détails de ces exemples, plaçons ici quelques notions générales.

Construction des voûtes.

Dans une galerie où il s'agit d'établir une voûte, la préparation de l'espace exige les travaux suivans :

1.° Il faut donner à l'excavation au sein de laquelle le muraillement doit être établi, la hauteur et la largeur nécessaires, y compris un espace de trois pieds et demi de haut, qui doit se trouver au-dessus de l'épaisseur de la voûte, afin que les ouvriers puissent s'y tenir pendant la construction. Ce premier travail s'exécute, soit par le moyen du tirage à la poudre, s'il s'agit d'une partie non encore exploitée, soit par le déblaiement et le boisage, s'il s'agit d'une partie déjà remblayée.

2.° Cela fait, entre les deux parois opposées de l'excavation, on établit, de distance en distance, des traverses de bois, qui doivent être situées exactement comme la corde de l'arc projeté, c'est-à-dire, comme le seroient des pièces permanentes de boisage. MURAILLEMENT, Pl. 12.

3.° Il faut alors entailler la roche des culées, au-dessus des traverses, pour la préparer à recevoir les extrémités de l'arc projeté.

4.° Sur chacune des traverses, et dans le même plan vertical que chacune d'elles, on place des cintres de bois, qui présentent la courbure adoptée pour la construction de la voûte.

5.° Sur la courbure des cintres, on établit un plancher qui les enveloppe; c'est sur ce plancher que les ouvriers disposent les voussoirs, en commençant par ceux des culées, et finissant par celui de la clef.

Pendant la construction de la voûte, on ménage, de temps en temps, si cela est nécessaire, des ouvertures pour l'écoulement des eaux.

Quand la voûte est achevée sur une certaine étendue, on recharge de déblais l'espace ménagé entre sa partie supérieure et le faîte de l'excavation; et si l'on craint l'affluence des eaux, on en garantit la maçonnerie, au moyen de planches et d'argile, disposées de telle manière que les eaux se portent vers les ouvertures pratiquées pour leur écoulement.

S'il s'agit, dans une galerie, de construire une *voûte fermée*, on commence par poser la clef renversée de la courbure inférieure; lorsque par la suite le muraillement est parvenu, à droite et à gauche de cette première pierre, jusqu'à la hauteur où les joints des voussoirs deviennent horizontaux, on élève la courbure supérieure ainsi qu'il a été dit ci-dessus.

Dans le muraillement des galeries, on distingue le cas où leurs parois sont verticales et celui où leurs parois sont inclinées: pour chacun de ces cas, il importe de connoître le sens de la pression à supporter. Si, dans une galerie à parois verticales, la pression s'exerce de tous les côtés, le muraillement s'y exécute par une voûte fermée, telle que celle qui est représentée par la *fig. 2*, pl. 12 : quelquefois alors il suffit, au lieu d'un berceau continu, d'établir dans la galerie une suite d'anneaux de maçonnerie, espacés de manière qu'il reste toujours, entre deux anneaux consécutifs, une certaine distance non muraillée: Galeries muraillées; divers cas.

MURAILLEMENT, Pl. 12. c'est ainsi que cela se pratique, avec une économie considérable, dans les mines d'Idria et du pays de Salzburg, qui sont l'objet des pl. 20 et 22.

Si la pression n'est que partielle, le muraillement diffère du précédent par la suppression des parties que la solidité des roches environnantes rend superflues; il se réduit alors, soit à une voûte partielle, avec un seul mur de culée, soit à une voûte partielle, sans murs de culée, soit à des arceaux placés transversalement de distance en distance.

Quelquefois, au lieu d'un mur de culée continu, on établit, pour supporter un berceau construit au faîte de la galerie, des arceaux appliqués contre l'une des parois: c'est ainsi, par exemple, qu'on ménage le passage d'une galerie dans une autre. Quelquefois aussi, au lieu d'un berceau continu, on construit, de distance en distance, de simples arceaux qui traversent la galerie, et sur ces arceaux on élève, le long de ses parois, d'autres arceaux perpendiculaires aux premiers: cette méthode est employée à Freyberg en Saxe, sous le nom d'*arceaux croisés [kreutz bogen]*. On peut encore combiner ensemble le muraillement et le boisage, en établissant, sur des murs latéraux, des pièces de bois qui soutiennent le faîte d'une galerie, comme des poutres supportent un plancher dans un bâtiment. Cette méthode, usitée en Hongrie, convient à de larges espaces, soit à parois verticales, soit à parois inclinées, dans lesquels on n'a besoin que de conserver une galerie étroite.

Si, dans une galerie à parois inclinées, la pression s'exerce de tous les côtés, on construit, comme ci-dessus, une voûte complète. Si la pression n'est que partielle, il est facile de se diriger par analogie, à l'aide de ce qui précède. S'agit-il, par exemple, de soutenir le faîte et le mur! on établit, contre ce dernier, une culée de maçonnerie, sur laquelle repose une voûte qui va s'appuyer contre le toit. Est-ce au faîte et au toit qu'il faut résister! on peut leur opposer à tous les deux la courbure d'un arceau qui, reposant sur le toit par son extrémité inférieure, aille s'appuyer sur le mur du gîte par son extrémité supérieure; ou bien, on peut élever un mur vertical contre le toit, et appuyer sur ce mur de maçonnerie l'extrémité supérieure d'un arceau

dont l'extrémité inférieure aille reposer sur le mur du gîte. S'il ne s'agit enfin que de soutenir la pression du faîte, on lui oppose une voûte surbaissée, dont la corde soit inclinée et située perpendiculairement à l'inclinaison des parois. Les exemples de ces diverses dispositions sont fréquens dans les mines de Freyberg et de Schneeberg en Saxe. MURAILLEMENT, Pl. 12.

Dans le muraillement des puits, on distingue aussi le cas où le puits est vertical et celui où le puits est incliné. Puits; divers cas.

Commençons par considérer un puits vertical. Puits vertical.

Si la pression s'exerce de tous les côtés, on peut revêtir les parois d'un muraillement circulaire ou elliptique, d'une manière analogue à ce que nous avons déjà vu en considérant la pl. 10; mais si le puits doit être rectangulaire, on revêt les parois de murs qui sont supportés, de distance en distance, soit par des cadres de bois fortement assujettis dans la roche, soit par des arceaux de maçonnerie, ce qui est préférable. Dans le cas d'un puits vertical, il est souvent avantageux de revêtir d'un muraillement courbe les deux côtés longs, et de murs les deux côtés courts du puits: on donne alors à chacune des portions de ceux-ci qui est portée sur un arceau, un foible talus vers le fond du puits, mais toujours de sorte que le front de tous les arceaux d'un même côté se trouve dans un même plan vertical, et que la corde de chacun d'eux soit située horizontalement. Quand la pression ne s'exerce que de trois côtés, ou de deux, ou d'un seul, le muraillement se construit d'une manière analogue à ce qui précède, c'est-à-dire, suivant une courbe, s'il s'agit de résister à un côté long, et suivant un plan lisse ou mur ordinaire, s'il s'agit d'un côté court.

Passons au muraillement des puits inclinés. Puits incliné.

On peut distinguer ici le cas où l'inclinaison du puits se rapproche de la ligne verticale, et le cas où elle est d'environ 60 degrés et au-dessous.

Dans le premier cas, on emploie un muraillement composé d'*arceaux saillans [uebersprinngende bogen]*, comme celui qui est représenté par la *fig. 3*, pl. 12. Dans le second cas, on construit le muraillement en col de cave *[kellerhals]*, que nous considérerons en revenant sur les *fig. 4, 5*.

MURAILLEMENT, Pl. 12.

Exécution.

Le muraillement des puits s'exécute, en général, de bas en haut. Il faut cependant excepter le cas extraordinaire d'un puits rond qui a été muraillé de haut en bas, à Tarnowitz en Silésie, dans un terrain mouvant, où les eaux abondent : pour pouvoir y établir la maçonnerie, on fut obligé d'avoir recours au procédé suivant :

Cas extraordinaire.

Après avoir creusé l'emplacement du puits, mais seulement sur une profondeur de 1 à 2 toises, on y assembla la maçonnerie sur une charpente qui étoit armée par-dessous d'un tranchant de fer. Ce fut au-dessous de cette charpente que l'on continua l'excavation, en forme d'entonnoir, tandis qu'à la partie supérieure on continuoit le muraillement. Au moyen des précautions prises pour le succès de cette opération hasardeuse, le muraillement descendit ainsi, par son propre poids, jusqu'à une roche capable de le supporter. Mais nous ne nous arrêterons pas plus long-temps sur ce procédé peu usité.

Exemples de la pl. 12.

Venons aux exemples que réunit la pl. 12.

On y distinguera les objets suivans :

Galeries. *Fig.* 1 et 2.

Fig. 1, coupe transversale d'une galerie d'écoulement muraillée, exemple tiré de la grande galerie du Hartz, qui est représentée sur les pl. 4 à 8. Nous y voyons :

a, la roche, qu'il ne s'agit de soutenir qu'au faîte et aux flancs de la galerie;

b, la maçonnerie (courbe formée de trois arcs de cercle raccordés);

c, le plancher de roulage sous lequel s'écoulent les eaux souterraines.

Fig. 2, coupe transversale d'une galerie muraillée (par exemple, à Schneeberg, à Rothenburg, à Idria et ailleurs. Remarquons-y :

d, la roche, qui est supposée n'être solide ni au faîte, ni aux flancs, ni au sol;

e, la maçonnerie (en ellipse);

f, le plancher de roulage en bois : souvent aussi ce plancher est construit en maçonnerie; il forme alors une voûte sous laquelle coulent les eaux.

Puits. *Fig.* 3 à 5.

Fig. 3, deux projections verticales d'une portion de puits muraillée en arceaux saillans (par exemple, auprès de Freyberg, mine dite *Churprinz*;

auprès de Marienberg, mine dite *Vater Abraham*). Distinguons les détails ci-après : MURAILLEMENT, Pl. 12.

J, coupe suivant la direction du filon *g h*, faisant voir le toit du puits ;

I, coupe présentant l'inclinaison du filon *g h*, dans lequel le puits est foncé ;

m, mur du filon ;

k, toit du même filon ;

n, arceaux saillans de maçonnerie qui reposent sur les flancs du puits ;

q, grands arcs sur lesquels s'appuient les arceaux *n* ;

y, maçonnerie verticale des flancs du puits ;

z, muraillement qui divise le puits en deux compartimens, dont le plus large (*p*) est le puits d'extraction, l'autre étant le puits de descente et d'épuisement.

Fig. 4, coupe d'une portion de puits muraillé en col de cave (par exemple, auprès de Freyberg, mine dite *Beschertglück*). Remarquons ce qui suit :

Z, coupe verticale, présentant l'inclinaison du filon dans lequel le puits est foncé ;

X, coupe horizontale, suivant la ligne *t s* de la coupe Z ;

s, mur du filon ;

t, toit du même filon ;

r, voûte en berceau ou col de cave ;

o, arcade au toit ;

q, grands arcs sur lesquels s'appuie tout le muraillement.

Dans la *fig. 4*, on reconnoîtra, sur la coupe X, le puits d'extraction, qui est le compartiment le plus large, et le puits d'épuisement et de descente, qui est à côté.

Fig. 5. Même muraillement que celui qui est représenté par la coupe X de la *fig. 4*, avec cette seule différence, que si la pression du toit est trop considérable pour permettre de former le col de cave par un seul arc qui embrasse les deux compartimens du puits *r*, on construit un

MURAILLEMENT. Pl. 12.

berceau sur le puits d'extraction *a*, et un autre berceau sur le puits d'épuisement *b*.

Cage de roue. *Fig. 6 à 8.*

Les *fig. 6, 7* et *8* de la div. I.° représentent le muraillement d'une cage de roue hydraulique, et la machine d'extraction qu'elle renferme; l'exemple est tiré de la mine dite *Thurmrosenhof*, près Clausthal au Hartz. (*Voyez* pl. 6.)

On remarquera ce qui suit:

Fig. 6, plan général ou coupe horizontale suivant la ligne L M de *fig. 8;*

Fig. 7, coupe verticale suivant la ligne C D de *fig. 6;*

Fig. 8, projection verticale du muraillement et de la machine, sur un plan passant par la ligne A B de la coupe horizontale, *fig. 6;*

A B, muraillement de la cage de roue souterraine;

C, D, puits dans lesquels se meuvent les bielles verticales *c g, e d;*

E, puits du frein L M de la machine d'extraction;

F, roue hydraulique double que le frein embrasse, et qu'il arrête, en cas de besoin;

G, tambour de la machine à molettes qui opère l'extraction des tonnes;

H, niveau du terrain; charpente qui supporte le tambour et toiture en planches posées de champ;

K, clef de la voûte d'ogive qui couvre la roue hydraulique;

a, ouverture ou fenêtre qui est traversée par l'extrémité de l'arbre tournant, de chaque côté de la roue hydraulique, et par laquelle on peut faire entrer et sortir les pièces de la roue, pour la construire ou la réparer;

b, conduits d'eaux motrices qui tombent sur la roue F, construite comme on le voit ailleurs, pl. 34;

c g, manivelle double, et bielles verticales qu'elle met en mouvement d'un côté de la roue;

e d, idem de l'autre côté (les mêmes lettres correspondent aux mêmes points sur les trois figures; mais nous avons évité les répétitions inutiles);

i, supports de la roue et des manivelles; MURAILLEMENT, Pl. 12.

h, mécanisme propre à faire jouer le frein;

y, tige de bois, par le moyen de laquelle on met le frein en mouvement;

Pour saisir le jeu de cette machine d'extraction, il suffira de jeter un coup-d'œil sur les dispositions analogues que présentent les pl. 33 et 34, *fig.* 1 et 2.

Quant aux *fig.* 9 à 13 de la pl. 12, *voyez* à la fin de ce chapitre. *Fig.* 9 à 13.

Les *fig.* 14 et 15, div. IV.° de la même planche, présentent, sur une échelle plus grande que celle de la *fig.* 4, deux coupes verticales d'un puits de mine muraillé de même en col de cave, communiquant avec des galeries au toit et au mur, et disposé pour l'extraction et pour la descente; on n'y a pas indiqué de mur de séparation entre la voie des tonnes et l'emplacement des échelles, pour plus de clarté de l'explication suivante. Puits. *Fig.* 14 et 15.

Il suffira de remarquer ce qui suit:

Sur la *fig.* 14, A, B, murs latéraux portés par les arceaux CC′ et DD′;

Sur la *fig.* 15, E, maçonnerie du mur, portée par l'arc F à l'entrée d'une galerie; on en reconnoîtra la continuation en G, qui est supportée par un arc semblable situé plus bas;

L, voûte du toit, supportée sur une autre voûte M, qui présente une double courbure, à l'entrée d'une galerie: on voit en H la continuation de la voûte L, qui, plus bas, est supportée de même à l'entrée d'une galerie inférieure;

ab, cd, poutrelles de conduite pour l'une des tonnes d'extraction;

ef, gh, poutrelles semblables pour l'autre tonne;

i, *i*, traverses de bois qui soutiennent les appuis des échelles de descente;

k, *k*, traverses de bois sur lesquelles sont fixées les poutrelles de conduite;

t, tonne d'extraction garnie de roulettes; l'autre tonne est supposée se trouver plus haut, ou plus bas, dans l'autre voie de conduite.

Explication des Fig. 9 à 13, et 16 à 18, de la Pl. 12.

Percement par la sonde.

SONDAGE, Pl. 12.

Nous avons déjà fait mention du sondage, comme d'un moyen de recherche ; il est aussi employé pour faciliter, soit l'écoulement des eaux, auquel se rapportent plusieurs des planches précédentes, soit la circulation de l'air, qui sera l'objet du chapitre suivant. Un trou de sonde tient lieu quelquefois d'un puits ou d'une galerie. C'est pour considérer la sonde sous ce point de vue, que nous revenons aux divisions II.° et III.° de la pl. 12.

Divisions II.° et III.° de la pl. 12.

Les *fig. 9* à *13* font voir un sondage horizontal qui fut exécuté, en l'année 1804, dans l'une des mines d'Andreasberg au Hartz, afin de faire écouler, avec précaution, les eaux accumulées dans des travaux qui étoient depuis long-temps délaissés, et qu'il s'agissoit de reprendre.

La division II.° présente le plan et le profil de la disposition générale du sondage.

Sondage horizontal. *Fig. 9* et *10*.

La division III.° offre les détails des pièces principales. Sur les *fig. 9* et *10*, on remarquera les indications suivantes :

N, roche qui retient les eaux situées au-delà, dans les anciens travaux : nous supposons la roche enlevée autour de la sonde, pour qu'on puisse voir celle-ci, depuis *n* jusqu'en *a*;

P, système de tuyaux, contenant une partie de la sonde Q;

R, balancier susceptible d'osciller, en même temps qu'une pièce de bois horizontale qui le traverse, et dont les tourillons s'appuient sur deux pièces de bois T;

S, levier qui sert à mettre en mouvement le balancier R ;

U, V, Z, pièces de bois, par le moyen desquelles l'attirail de la sonde est assujetti, relativement aux parois d'une galerie souterraine ;

a, outil de la sonde;

b, pièce de bois et anneau de fer qui soutiennent l'attirail P ;

c, pièce de bois qui soutient les chaînes *p*;

d, pièce de bois dans laquelle passe la tige de la sonde;

e, pièce de bois, fixée à angle droit sur la pièce horizontale qui traverse le balancier R et s'appuie sur T, T; SONDAGE, Pl. 12.

f, extrémité de la tige de la sonde;

g, contre-poids, caisse destinée à recevoir une charge plus ou moins pesante;

h, fourchette de fer, appliquée sur la pièce *e*;

k, tuyau de fonte de fer; (Voyez *k'*, div. III.°)

m, carre ménagée sur la tige cylindrique de la sonde, pour que l'on puisse la faire tourner dans le trou par le moyen d'une clef *w*, après chaque percussion; (*Voyez* ibid. *fig.* 13.)

n, extrémité d'un tuyau *k*, qui est engagée dans la roche N; (*Voyez* div. III.°)

p, chaînes de fer, qui empêchent que la sonde ne puisse être repoussée hors du trou par l'affluence subite des eaux;

q, collets dont est garnie la tige de la sonde, à l'effet de donner prise à la fourchette *h*; (Voyez *fig.* 13.)

t, pièces d'alonge de la tige; (Voyez *ibid.*)

u, *x*, *z*, *y*, pièces de fonte de fer, dont la div. III.° offre les détails.

Voici quel est en général le jeu de cette machine (voyez *fig.* 10): Jeu de la sonde.

On abaisse le levier S; puis on l'abandonne à l'effet du contre-poids *g*: aussitôt la fourchette *h*, qui embrasse la tige entre deux collets *q*, la pousse avec force, de *f* vers *a*; il en résulte un coup de sonde, après lequel on fait tourner l'outil dans le trou au moyen d'une clef. Quand le trou ainsi pratiqué est parvenu jusqu'à l'amas d'eaux souterraines qu'il s'agit d'épuiser, on les fait écouler par le robinet *u*; leur écoulement est gouverné, comme nous le verrons, après avoir considéré les détails réunis dans la division III.°

On y reconnoîtra les objets suivans : Détails des pièces, div. III.° *Fig.* 11 à 13.

Fig. 11, pièces séparées du système de tuyaux P, depuis le point *n* jusqu'au point *x* des *fig.* 9 et 10; (*Voyez*, sur ces figures, les mêmes lettres qui sont modifiées ici par des chiffres, pour désigner les mêmes ensembles d'objets, ainsi qu'il a été expliqué dans l'introduction.)

SONDAGE, Pl. 12.

k' n', premier tuyau (k n) que l'on ajuste dans la roche N (profil comme dans la *fig. 10*);

k^2 n, extrémité (n') du même tuyau, vue de face, comme on la verroit du point a;

y', plaque de fonte (y), vue du point a; elle est fixée entre la roche et les pièces de bois V : son ouverture i reçoit la partie k^2 n du tuyau k; et lorsque cette partie est passée au travers de la plaque, on fait tourner celle-ci d'un huitième de circonférence autour du tuyau;

x', tuyau qui s'ajuste sur l'extrémité de k' (profil comme dans la *fig. 10*);

x^2, le même tuyau vu du point f de *fig. 10*;

u', tuyau qui s'ajuste au-dessous de k', pour recevoir un robinet (profil comme dans la *fig. 10*);

u^2, le même tuyau, tourné d'un quart de circonférence;

u^3, robinet vu sur la tête; il s'ajuste dans le tuyau u';

u^4, le même robinet vu suivant sa longueur;

u^5, pièce qui s'ajuste sur u', pour maintenir le robinet;

u^6, la même pièce, tournée d'un quart de circonférence.

Fig. 12, pièces séparées du *tuyau à clapet* et de la *boîte de la tige*, qui sont situés depuis le point x jusqu'au point z des *fig. 9* et *10*;

z', tuyau à clapet qui s'ajuste sur l'extrémité du tuyau x' ou x^2, de manière que celui-ci reçoive le clapet s (profil comme dans la *fig. 10*);

z^2, le même tuyau (z') tourné d'un quart de circonférence et comme on le verroit du point a;

z^3, clapet s, représenté une fois de profil, et l'autre de face, comme on le verroit du point f (*fig. 9* et *10*);

z^4, première pièce de la boîte de la tige; elle s'ajuste dans le tuyau z' (profil comme dans la *fig. 10*);

z^5, la même pièce (z^4) tournée d'un quart de circonférence, et comme on la verroit du point a;

z^6, seconde pièce, ou couvercle de la boîte de la tige; elle s'ajuste dans la pièce z^4 qui reçoit le cylindre creux o. La pièce z^6 est représentée en plan, comme dans la *fig. 9*;

z^7, la même pièce (z^6) tournée d'un quart de circonférence.

Fig. 13, pièces séparées, relatives à l'exécution du percement et à l'écoulement des eaux. SONDAGE, Pl. 12.

f', partie cylindrique de la tige : elle traverse la pièce de bois *d* des *fig. 9* et *10*.

On voit, sur la même ligne, la partie *(q)* de la tige, qui est garnie de collets, et qui, au-delà, porte une carre;

t', partie ultérieure de la tige : elle se visse à l'extrémité des pièces précédentes, et reçoit, dans le commencement de l'opération, l'outil *a' a²*. (Voyez *fig. 9* et *10*.) Cette partie *t'*, qui est exactement tournée, reste toujours dans la boîte *z'* et dans les tuyaux, quand la machine est en action. Les alonges se vissent à celle de ses extrémités qui est voisine du point *a*;

t², alonge de tige, que l'on visse entre *t'* et *a'*, quand l'outil de la sonde a pénétré dans la roche N, jusqu'en un point tel que l'on ait dû amener successivement tous les collets *q* dans la fourchette *h*, pour continuer de faire jouer la sonde : alors, on reporte dans la fourchette *h* le collet le plus éloigné du point *f*, et, l'alonge étant vissée, on recommence à sonder;

t³, seconde alonge que l'on substitue à *t²*, quand tous les collets de la tige ont été de nouveau amenés dans la fourchette, par suite de l'approfondissement du trou;

h', *h²*, fourchette *h* vue de face et de profil;

w, *w'*, clef propre à faire tourner la sonde par le moyen des carres que porte la tige (vue *idem*);

l, *l'*, clef du robinet *u* (vue *idem*).

Les pièces des *fig. 11* et *12* sont coulées en fonte de fer; les pièces de la *fig. 13* sont en fer forgé.

Entre la pièce *k' n'* et la pièce *x'*, de même qu'entre *x'* et *z'*, est située une rondelle de plomb, traversée par des vis. Entre la pièce *z'* et la pièce *z⁴*, est située une rondelle de cuir qui les fait joindre exactement sur tous les points de l'emboîture.

L'explication des lettres a déjà fait voir que, pour établir cette sonde horizontale, on commence par mettre en place le système de tuyau P. Manœuvre.

SONDAGE, Pl. 12.

Pour cela on pratique d'abord, au marteau et à la pointerole, dans la roche N, une entaille propre à recevoir l'extrémité *n*; puis on ébauche, au fleuret, le trou que doit occuper l'outil *a*, jusqu'à la profondeur d'un pied et $\frac{1}{2}$.

L'extrémité *n* étant fortement encastrée dans la roche, et la plaque *y* étant placée de manière que les eaux ne puissent, dans aucun cas, se faire jour subitement; enfin les tuyaux étant ajustés jusques et compris $7'$ ou 7^2, on soulève la soupape *s*, en introduisant la sonde dans les tuyaux, du point *f* vers le point *a*. Ensuite, on fait passer l'extrémité de la tige qui déborde $7'$, à travers l'ouverture de la pièce 7^4 ou 7^5, et l'on entoure cette extrémité d'étoupes tordues et graissées, jusqu'à ce qu'il y en ait assez pour remplir la boîte composée de 7^4 ou 7^5 et de 7^6 ou 7^7, boîte que l'on ferme en plaçant cette dernière pièce.

Cela fait, on pousse cette boîte, qui embrasse exactement la tige, jusque dans la pièce $7'$ ou 7^2, sur laquelle on la fixe par des boulons de fer à vis. (Voyez *fig. 9* et *10*.)

Après avoir fait ces dispositions, on achève de visser le bout *mf*, sur la partie de la tige qui déborde la boîte *7*; on ne visse ce bout qu'après l'avoir fait passer dans l'anneau coulant des chaînes *p*, dans l'échancrure de la pièce de bois *d*, et après avoir ajusté, dans la fourchette *h*, celui des collets *q* qui est le plus éloigné de l'extrémité *f*.

Effet.

Quand on fait jouer la sonde, c'est-à-dire, quand la tige est située dans les tuyaux, la soupape *s* est continuellement soulevée par cette tige; mais, dès qu'on retire la tige, soit pour mettre une alonge, soit parce que le percement est effectué, soit pour quelque autre raison, la soupape se ferme; et par conséquent, si les eaux viennent à affluer, elles ne peuvent plus sortir que par le tuyau *u* du robinet.

De cette manière, on maîtrise l'écoulement, et l'on ne laisse les eaux sortir des anciens travaux qu'on se propose de reprendre, qu'à mesure que les pompes suffisent à les épuiser.

Div. V.° Sondage vertical.

La division V.° de la pl. 12 fait voir une nouvelle disposition du sondage vertical, qui fut inventée au Hartz, vers l'année 1805; son objet est de faire tourner la sonde en même temps qu'elle frappe, sans avoir recours à l'emploi d'une clef.

La *fig. 16* présente un profil, la *fig. 17* un plan et la *fig. 18* une élévation de l'attirail établi sur le sol n k d'une roche h, dans le sein de laquelle il s'agit de faire pénétrer la sonde *s*. SONDAGE, Pl. 12 *Fig. 16 à 18.*

D'après les indications écrites sur la planche, on reconnoîtra ce qui suit, dans ces trois figures :

a, cylindre de bois, dans lequel sont fixés, à angle droit, deux mentonnets liés, l'un avec *h*, l'autre avec *q*;

b, autre cylindre de bois, portant à ses extrémités deux manivelles *d d'*; la *fig. 18* suppose cette pièce brisée, pour que l'on voie ce qui se trouve derrière ;

e, volant de bois;

g, cliquet de fer, sous lequel passent les dents d'une roue mobile *m*;

h, main de fer, qui pousse les dents de cette roue, pour la faire tourner horizontalement.

m, roue dentée de fer, qui est posée librement dans une couronne fixe de bois, et au centre de laquelle passe la tige *s* de la sonde, contenue dans une carre *y*;

p, levier à l'une des extrémités duquel la sonde est suspendue librement, tandis que la force des ouvriers abaisse l'autre extrémité : les figures supposent celle-ci brisée;

q, barre de fer, liée d'une part avec le levier *p*, de l'autre avec l'un des mentonnets de *a*;

r, r', deux cames fixées sur le cylindre *b*, en face de la pièce *p*;

s, partie supérieure ou tête de la tige de sonde;

t, u, deux pièces de bois, qui offrent un point d'appui au levier *p*, traversé par un axe;

y (fig. 17), pièce de fer, appliquée sur la roue, au moyen d'une vis, et propre à contenir la tige carrée de la sonde.

Dans le commencement de l'opération, la manœuvre consiste à élever la sonde au moyen du levier *p*; alors, la main *h*, en s'avançant, pousse la roue *m*, et la sonde tourne; on la laisse ensuite retomber; il en résulte que la main *h*, reculant sur la roue *m*, est prête à saisir d'autres Manœuvre.

SONDAGE, Pl. 12.

dents, pour la pousser de nouveau, pendant que la sonde s'élève, et ainsi de suite.

Quand l'opération devient trop pénible pour que le levier *p* convienne à la manœuvre, on fait usage des manivelles *d*, *d'*. Alors, la sonde est enlevée par le moyen de la came *r*, qui atteint l'extrémité du levier *p*, et elle retombe par son poids, dès que cette came a dépassé le point de contact. Du reste, pendant le mouvement du cylindre *b*, le jeu des pièces *a*, *h*, *g*, *m*, *q*, *s*, ne diffère pas de ce qui précède.

CHAPITRE XI.

DES TRAVAUX DE SÛRETÉ CONTRE LES GAZ DÉLÉTÈRES, OU DE L'AIRAGE DES MINES.

AIRAGE.

Causes du mauvais air.

L'ORGANISATION de l'homme lui permet de descendre dans les mines les plus profondes, si l'air y est propre à la respiration, sans que l'accroissement de pression qu'éprouve l'atmosphère, au fond de ces excavations, lui soit nuisible ou même incommode. Ce n'est donc pas la densité, c'est l'impureté de l'air contenu dans les mines, qui exige des travaux de sûreté, connus sous le nom d'*airage* ou d'*aérage*. Cette réflexion suffit pour faire voir qu'il ne faut pas attendre qu'une exploitation soit déjà profonde, pour s'occuper de cet objet; ce doit être, au contraire, un des premiers soins du mineur.

Les causes qui concourent à vicier l'air dans les mines, sont, la respiration des hommes, la combustion des moyens d'éclairage, le tirage des trous de poudre (et quelquefois le travail par le feu), la corruption des bois, et en général la fermentation des matières végétales et animales, la décomposition des pyrites, les vapeurs arsenicales, mercurielles et sulfureuses, les exhalaisons et les poussières de certaines roches dures ou bitumineuses, enfin les gaz qui se dégagent des combustibles fossiles et des eaux stagnantes.

But de l'airage.

Parmi ces causes d'altération de l'air, les unes existent dans toute mine en activité, les autres sont particulières à certains genres d'exploitation, d'autres enfin agissent principalement dans les excavations délaissées : mais par-tout les mêmes phénomènes ont lieu; par-tout la proportion d'oxigène, c'est-à-dire la partie respirable, tend continuellement à décroître dans la masse d'air qui remplit les excavations, et des gaz délétères se développent avec plus ou moins d'énergie. Faire en sorte que ces gaz soient continuellement remplacés par un air où l'oxigène

AIRAGE.

se trouve dans la proportion qui convient à la respiration et à la combustion, tel est le but de l'airage.

Gaz délétères.

Les gaz délétères sont principalement le gaz acide carbonique, l'azote, le gaz hydrogène, les vapeurs d'arsenic et les vapeurs de mercure. Ce sont les deux premiers que les ouvriers comprennent sous le nom de moffette *[bæse wetter]*; ils appellent le troisième brisou ou grisou, feu brisou, air inflammable *[schlagende wetter]*; ils rencontrent moins fréquemment les deux derniers.

Ces gaz se présentent, dans les mines, tantôt séparés l'un de l'autre, d'après leurs différentes pesanteurs spécifiques, tantôt mêlés ensemble, tantôt combinés avec d'autres substances qui les modifient de diverses manières. Le gaz acide-carbonique, plus lourd que l'air atmosphérique, occupe ordinairement les lieux les plus bas; il est produit, dans les mines, par la respiration, par la combustion, par la corruption des bois et d'autres matières: il paroît qu'il s'en dégage aussi de certaines roches, particulièrement des trapps, des schistes bitumineux, et de la houille.

L'azote, plus léger que l'air atmosphérique, tend à se porter dans les parties supérieures des excavations. C'est un des résidus de la combustion, de la respiration, et de la décomposition des pyrites.

Le mélange de l'azote et de l'acide carbonique est fréquent dans les mines; il en résulte un gaz d'une densité moyenne, qui se rapproche de celle de l'air respirable.

Le gaz hydrogène, plus léger que l'air atmosphérique, tend à se porter vers le faîte des excavations, où quelquefois on l'aperçoit comme une vapeur blanchâtre, floconneuse ou filamenteuse; mais, comme il est souvent mêlé de gaz acide carbonique, sa pesanteur spécifique s'accroissant par ce mélange, il tapisse les parois des espaces souterrains. Ce gaz provient sur-tout des eaux stagnantes et des combustibles fossiles, particulièrement de la houille grasse, d'où il se dégage, avec un bruissement sinistre, à l'état de gaz hydrogène carboné. C'est dans les temps d'orage que l'hydrogène se montre le plus abondamment. Ce gaz est le plus dangereux ennemi du mineur: souvent, à l'approche d'une lumière, il s'enflamme avec une détonation terrible. Tout-à-coup, les hommes peuvent être brûlés, suffoqués, lancés au loin, les travaux bouleversés

et incendiés. Quelquefois, sans aucune détonation, le gaz hydrogène cause la mort des hommes : il produit, ainsi que l'azote et le gaz acide carbonique, l'effet funeste qui est connu sous le nom d'*asphyxie;* mais l'effet de l'acide carbonique est plus lent et peut encore laisser quelque espérance de salut, tandis que les deux autres gaz agissent tout-à-coup, comme le poison le plus actif. (*Voyez* ce qui précède, chap. VII, concernant le gaz hydrogène, et l'éclairage des mines où il abonde.) AIRAGE.

Les vapeurs d'arsenic et les vapeurs de mercure, plus pesantes que tous les gaz dont il vient d'être question, tendent à se précipiter dans les lieux bas, où elles se mêlent avec le gaz acide carbonique. C'est principalement dans les mines de pyrites arsenicales, ou de cobalt, ou d'étain, qu'il se rencontre des vapeurs d'arsenic, quelquefois reconnoissables par leur odeur d'ail : tant qu'elles sont peu abondantes, on ne les redoute pas plus que les vapeurs sulfureuses. Quant aux vapeurs mercurielles qui sont particulières aux mines de mercure, on a reconnu, à Idria, la nécessité de n'exposer les ouvriers que de temps en temps à leurs pernicieux effets. (*Voyez* pl. 20.)

Il est rare que, dans les mines, on puisse employer des moyens chimiques pour neutraliser les gaz délétères; cependant, on répand quelquefois de la chaux en poudre ou de l'eau de chaux, dans une excavation où abonde le gaz acide carbonique, afin qu'il soit absorbé par ce réactif. Quelquefois, et même trop souvent, on va enflammer le gaz hydrogène quand il n'est qu'en petite quantité, afin que se combinant avec l'oxigène de l'air atmosphérique et détonant, ainsi qu'on l'observe dans un laboratoire de chimie, l'hydrogène se transforme en eau et cesse d'être redoutable; mais, dans les mines, quelque précaution que l'on prenne pour une telle expérience, elle est toujours très-dangereuse, et le succès même le plus complet ne peut promettre que quelques momens de tranquillité, parce que le dégagement du gaz délétère ne tarde pas à se renouveler. Moyens chimiques.

C'est dans les lois de l'équilibre et du mouvement des fluides, que l'art des mines trouve ses principaux moyens d'airage. Le but qu'on doit se proposer est d'établir, dans les travaux, une circulation assurée d'air atmosphérique, c'est-à-dire, de faire en sorte que l'air respirable Choix des moyens.

AIRAGE.

entre constamment dans les excavations, qu'il les parcoure, et qu'il en sorte bientôt avec les gaz délétères: ainsi, nous ne nous arrêterons pas à certains moyens provisoires, qui ne sont propres qu'à exciter un mouvement accidentel et momentané, dans la masse d'air que renferme une excavation; tels sont des pierres, de l'eau, des pétards enflammés, que l'on jette quelquefois dans un espace souterrain, quand il n'a pas été fréquenté depuis plusieurs jours; des branchages qu'on y agite, des troncs d'arbre qu'on allume et qu'on suspend dans un puits. De ces procédés, qu'on pourroit appeler *moyens de perturbation*, il peut résulter quelquefois un mélange de l'air respirable avec les gaz délétères, qui soit propre à masquer les propriétés de ces derniers; mais les moyens d'airage proprement dits sont les moyens constans de circulation.

Canaux d'airage.

Nous appellerons, en général, canaux d'airage, ces tubes souterrains, de dimensions quelconques, dans lesquels la circulation s'opère; ce sont, tantôt les percemens nécessaires aux autres objets de l'exploitation, tels que puits, galeries et tailles, sans aucune disposition particulière, tantôt ces mêmes percemens disposés convenablement par des cloisons, par des murs, ou par des portes d'airage.

Souvent, avec ces canaux, il est nécessaire d'en combiner d'autres qui ne servent qu'à la circulation de l'air; ce sont des puits ou galeries d'airage, quelquefois des trous de sonde qui en tiennent lieu, et enfin des tuyaux de conduite dits *carnets* ou *canards* [*wetterlutte*].

La circulation a lieu dans ces canaux d'airage, tantôt spontanément, c'est-à-dire, d'après les relations seules que le mineur a établies entre eux; tantôt avec le secours d'un moteur.

Considérons successivement la circulation spontanée et la circulation aidée par un moteur.

Circulation spontanée.

Les effets de la circulation spontanée sont fondés sur l'uniformité de la température qui règne ordinairement sous terre en toute saison; sur la différence des températures que présentent l'air extérieur et l'air intérieur dans une même saison; sur la différence des niveaux auxquels sont situés les orifices des percemens souterrains; enfin sur la différence des dimensions que présentent leurs sections transversales: tels sont les principaux objets à considérer dans l'airage d'une mine.

On sait qu'ordinairement la température souterraine est d'environ dix à douze degrés au-dessus de zéro du thermomètre de Réaumur, tandis qu'à l'extérieur le même thermomètre se tient beaucoup plus haut pendant l'été, et beaucoup plus bas pendant l'hiver. C'est en combinant cette observation fondamentale avec les premiers principes de l'équilibre des fluides élastiques, qu'on peut aujourd'hui expliquer, prévoir et gouverner, pour ainsi dire, les phénomènes de l'airage, qui furent long-temps des prodiges pour les plus habiles mineurs. AIRAGE.

Ainsi, en général, 1.° si deux puits ou deux galeries qui se communiquent, ont leurs orifices au même niveau, sur la surface du terrain, pendant l'hiver, l'air extérieur, plus dense que l'air intérieur, entrera indifféremment par l'un ou par l'autre orifice; et pendant l'été, l'air intérieur, plus dense que l'air extérieur, restera stagnant. Ordinairement, en pareil cas, l'air intérieur sort, pendant l'hiver, par le percement le plus étroit, parce qu'il y est moins refroidi, et par conséquent plus léger. Divers cas.

Quelquefois, par la même raison, l'air intérieur suit les parois d'un puits pour sortir, tandis que l'air extérieur entre suivant l'axe.

2.° Si les orifices sont à des niveaux différens, pendant l'hiver, la colonne d'air extérieure exerçant, en raison de sa hauteur, une pression plus forte sur l'orifice situé le plus bas, l'air entrera par cet orifice et fera sortir l'air intérieur par l'orifice situé le plus haut; mais, pendant l'été, l'inverse a lieu, parce que la colonne d'air intérieure, qui se trouve au-dessous de l'orifice le plus élevé, est plus haute, plus pesante que celle qui correspond à l'orifice placé le plus bas, et parce que, dans cette saison, l'air extérieur est moins dense, moins pesant que l'air intérieur.

3.° Dans les circonstances où la température est à-peu-près la même à l'intérieur et à l'extérieur, ces effets se ralentissent ou même cessent, parce qu'alors il y a équilibre entre les colonnes d'air qui correspondent aux deux orifices. Il en résulte stagnation de l'air dans la mine: c'est ce qu'on observe souvent à l'époque des équinoxes.

4.° Comme il est très-ordinaire qu'au fond d'un puits dont l'orifice est sur une montagne, aboutisse une galerie dont l'orifice est dans la vallée, on peut dire, en général, que, dans l'été, l'air intérieur sort par la galerie, et que dans l'hiver, il sort par le puits, faisant place, dans

AIRAGE

chacun des deux cas, à l'air extérieur qui entre par l'autre orifice; mais ici, les circonstances locales occasionnent de fréquentes exceptions. Ainsi, par exemple, si l'orifice d'une galerie est situé dans une vallée habituellement froide, tandis que l'orifice du puits est sur une montagne exposée aux ardeurs du soleil, l'air pourra sortir par le puits pendant l'été comme pendant l'hiver; c'est ce qu'on observe fréquemment. Toutes les variations d'humidité, de température, et, en un mot, d'élasticité de l'air, toutes les agitations que l'atmosphère est susceptible d'éprouver, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, peuvent modifier les effets qui ont ordinairement lieu dans les canaux d'airage; mais, dans tous les cas, on peut prévoir les résultats, d'après les principes qui viennent d'être rappelés.

Ce qui précède suffit pour faire voir combien il peut être avantageux de placer à différens niveaux les orifices des percemens souterrains. Plus il y aura de différence de hauteur entre les colonnes d'air situées à l'intérieur, au-dessous des orifices, toutes choses égales d'ailleurs, plus la circulation spontanée s'établira facilement.

Cheminées d'airage.

Si la disposition naturelle du terrain ne permet pas de pratiquer des percemens à différens niveaux, il est toujours possible de percer deux puits, et d'élever, sur l'un d'eux, une cheminée de 20 à 30 mètres qui produise le même effet qu'un puits supérieur à l'autre. Une telle cheminée doit présenter les mêmes dimensions par en haut et par en bas, afin qu'elle puisse servir tantôt à l'entrée, tantôt à la sortie de l'air. Elle est ordinairement surmontée d'un entonnoir recourbé, dont on a soin de tourner l'ouverture vers le côté d'où vient le vent, ou vers le côté contraire, suivant que l'air doit entrer ou sortir par le puits ainsi disposé.

Galeries et puits.

Pour que l'air extérieur pénètre dans une galerie dont l'orifice est situé au jour, il faut qu'elle n'ait pas une inclinaison trop forte; car, l'air entre dans une telle galerie suivant une ligne horizontale, et il n'y parvient que jusqu'aux points où le sol de la galerie se trouve être de niveau avec la ligne supérieure de son orifice. Au-delà de cette limite, il devient indispensable d'établir des puits d'airage, ou, en général, des canaux de communication, ainsi que l'indiqueront plusieurs des exemples réunis dans notre Atlas. Il est clair que, comme le percement

d'un puits établit une communication qui facilite l'airage d'une galerie, de même le percement d'une galerie peut faciliter l'airage d'un puits. AIRAGE.

On se contente quelquefois d'établir les communications nécessaires par des trous de sonde qui, dans plusieurs circonstances, peuvent éviter des percemens dispendieux. Il importe alors de bien déterminer la direction de chaque trou, et de lui donner des dimensions telles, que son humidité intérieure ne nuise pas à l'effet de circulation qu'il doit produire. Trous de sonde.

Souvent aussi, pour ne pas multiplier les percemens nouveaux, il suffit d'établir une cloison qui divise en deux canaux d'airage, soit un puits, soit une galerie, soit l'un et l'autre. Une telle cloison, qui doit toujours être exactement assemblée, se place verticalement dans un puits, et tantôt verticalement, tantôt horizontalement, dans une galerie. Dans ce dernier cas, nous l'appellerons un plancher d'airage. Deux exemples simples vont faire sentir l'avantage de semblables dispositions. Cloisons et planchers.

Supposons qu'il s'agisse de pousser une galerie dans une montagne, à partir du jour; voici comment on peut procéder : à quelques toises au-delà de l'orifice de la galerie, on creuse un puits d'airage, qui l'atteint bientôt; cela fait, on établit, un peu au-dessus du sol de la galerie, un plancher horizontal qui la divise en deux compartimens, et qui s'étend jusqu'à la taille, en passant par-dessous le puits. Au bas de ce dernier, entre lui et l'orifice de la galerie, on ferme le compartiment supérieur, par une porte verticale d'airage, qui empêche l'air extérieur d'entrer. Exemples.

Il en résulte que l'air extérieur, entrant par le compartiment inférieur, va, sous le plancher, se rendre vers la taille, et de là remonte par le puits. Quelquefois un semblable plancher d'airage est établi, non pas au sol, mais au faîte d'une galerie; c'est toujours par une disposition analogue à celle que nous venons de voir. Quand un plancher est établi au sol d'une galerie d'écoulement, il arrive souvent que l'eau qui coule sous ce plancher détermine la circulation de l'air, soit en l'entraînant au dehors dans son mouvement, soit en refroidissant le compartiment où elle coule, plus que le compartiment supérieur : on se rendra facilement raison de ces effets.

S'agit-il de creuser un puits ! souvent on le divise, d'une manière analogue, en deux compartimens destinés l'un à l'entrée, l'autre à la sortie

AIRAGE.

de l'air, et on établit une cheminée additionnelle sur l'un des compartimens : il en résulte, dans certains cas, une circulation spontanée; mais ordinairement, dès que le puits devient profond, il faut avoir recours à un moteur, ainsi que nous le verrons plus tard.

Précautions à prendre.

Pour que l'air circule bien dans les canaux d'airage, il faut qu'il suive, autant que possible, une ligne droite, ou du moins que les sinuosités de son cours soient foibles et arrondies. Il importe aussi de ne conduire l'air que dans les espaces souterrains où le travail exige son renouvellement, et d'éviter tout circuit inutile. S'il existe des excavations délaissées qui contiennent de l'air vicié, on l'y enferme soigneusement, pour que l'air entrant n'aille pas se mêler avec lui. Souvent aussi l'on environne les espaces remblayés, de murs dont le revêtement extérieur sert de paroi aux canaux d'airage : enfin, s'il est des espaces dans lesquels l'air sortant puisse aller s'accumuler, on lui en interdit l'accès par des portes, des cloisons ou des murs d'airage. Nous verrons, principalement dans les mines de houille, plusieurs exemples de ces dispositions.

Circulation aidée.

Considérons maintenant la circulation aidée par un moteur. Quand des moyens d'airage qui viennent d'être exposés, il ne peut résulter une circulation spontanée, on combine avec eux, soit un moyen de compression propre à faire entrer l'air extérieur dans les travaux, soit un moyen de dilatation propre à en faire sortir l'air intérieur. Dans le premier cas, les gaz délétères sont en partie refoulés au dehors par le courant d'air introduit, et en partie mêlés avec lui. Dans le second cas, les gaz délétères, aspirés au dehors, dans l'un des canaux d'airage, font place à l'air atmosphérique qui entre par un autre canal; il en peut résulter un renouvellement continuel et complet d'air respirable, dans tous les canaux intermédiaires, s'ils sont disposés d'après les principes que nous avons rappelés.

Moyens de compression.

Le choix ne sauroit être douteux entre ces moyens, d'après leur efficacité; mais vu les dépenses et le temps qu'exige quelquefois l'établissement d'une circulation aidée par les moyens de dilatation, il est des mines où l'on emploie encore les moyens de compression, comme moyens provisoires; il nous suffira de faire mention des plus usités.

Dans les contrées où il règne un vent fort, on en tire parti quelquefois, comme d'un moyen analogue à ceux qui nous occupent. Il peut alors

être avantageux de disposer sur un puits de mine une sorte d'entonnoir monté en girouette, ou bien une cheminée divisée en compartimens; en un mot, un tube dans lequel le vent puisse s'engouffrer, de quelque côté qu'il souffle, pour se porter ensuite, par des tuyaux, jusque dans la mine : si ce moyen est souvent peu efficace, il est du moins toujours peu dispendieux. AIRAGE.

On peut employer, comme moyens de compression, toutes les espèces de soufflets dont nous aurons occasion de considérer ailleurs les diverses constructions. Deux machines de ce genre sont principalement usitées : l'une est connue sous le nom de *tambour à vent* ou *ventilateur [windtrommel]*; l'autre sous le nom de *trompe [wassertrommel]*.

Le tambour à vent est un cylindre creux, de 6 pieds de diamètre et d'un pied et demi de large. Il est traversé par un axe sur lequel sont fixées six ou huit ailes divergentes, qui s'étendent, dans le cylindre, depuis le centre jusqu'à la circonférence. Cette machine, mue par un homme qui est appliqué à la manivelle de son axe, peut envoyer jusqu'à une distance de 100 mètres l'air respirable qu'elle puise par une ouverture pratiquée au centre de l'une des bases du cylindre, et qui sort par une autre ouverture pratiquée sur la circonférence. Tambour à vent.

La trompe est un long tuyau vertical, dans lequel l'eau entraîne de l'air qu'elle dégage en tombant. (*Voyez* pl. 49, *fig. 10* à *14*.) L'air comprimé dans une caisse de réception, par l'effet de la chute continuelle de l'eau, peut être porté, par un tel soufflet, jusqu'à une distance de 1200 mètres. Quelquefois, sans établir une trompe complète, on fait servir à l'airage d'un espace souterrain, une chute d'eau reçue dans un tuyau vertical. Trompe.

Pour porter de l'air à une grande distance, on a fait usage, avec succès, de la machine de Schemnitz, dans laquelle une colonne d'eau comprime une colonne d'air, d'une manière analogue à ce qui se passe dans la fontaine de Héron.

Comme moyens de dilatation appliqués à l'airage, on emploie, soit la pompe aspirante, ce qui, moyennant une inversion facile, comprend toutes les espèces de soufflets, excepté la trompe, soit un fourneau à courant d'air. Moyens de dilatation.

AIRAGE.

Ventilateur du Hartz.

Dans les mines métallifères, le moyen de dilatation le plus en usage est un soufflet aspirateur, connu sous le nom de *soufflet à eau* ou *ventilateur du Hartz [Hartzer wettersatz]*: nous en verrons la description parmi les machines. (*Voyez* pl. 34, *fig.* 12.)

Foyer d'airage.

Dans les mines de houille, on se sert, avec le plus grand avantage, du fourneau à courant d'air, dit *foyer d'airage*: tantôt c'est une construction établie, soit au jour, soit dans l'intérieur de la mine; tantôt c'est un réchaud mobile et susceptible d'être suspendu dans un puits à diverses hauteurs. Dans tous les cas, les dispositions doivent être telles, que le feu du fourneau tire son aliment de l'air intérieur qu'il aspire. Nous reviendrons ailleurs sur ces dispositions, au moyen des exemples. (Voyez *Exploitation de la houille*, pl. 26, 29 et 41 *ter*.)

Tuyaux de conduite.

Il nous reste à dire quelques mots des tuyaux de conduite, que l'on combine avec les autres canaux d'airage. Ces tuyaux, dits *carnets* ou *canards*, sont construits ordinairement, soit en bois, soit en briques; ils sont établis dans les puits, dans les galeries ou dans les tailles, tantôt pour assurer la circulation spontanée de l'air, tantôt pour recevoir et porter au loin l'air extérieur que fait entrer une machine de compression, tantôt pour transmettre à un foyer ou moyen de dilatation, l'air intérieur qu'il doit aspirer, tantôt enfin pour distribuer l'air respirable entre plusieurs espaces souterrains, et toujours pour préserver la colonne d'air, que ces tuyaux renferment, de tout mélange avec l'air qui remplit l'espace qu'ils parcourent.

Organisation de l'airage.

Nous verrons, par les exemples, que pour organiser l'airage d'une mine, il est de la plus haute importance d'en avoir la description géométrique, et de figurer, sur les plans et coupes, avec tous les détails nécessaires, le système qu'on se propose d'adopter pour la circulation et la distribution de l'air. De cette manière, une mine devient, pour ainsi dire, un vaste appareil pneumatique, où les effets sont prévus et assurés; mais on ne sauroit obtenir la sécurité desirable, si l'on se contentoit habituellement d'employer divers moyens palliatifs qui sont rappelés ci-dessus; ces secours provisoires ne peuvent convenir que dans certains cas d'urgence.

II.e PARTIE.

EXPLOITATION DES MINES.

CHAPITRE I.er

EXPLOITATION PAR GRADINS RENVERSÉS.

EXPLICATION DES PLANCHES 13 ET 14.

Filons de la Mine d'argent dite Himmelsfürst, *près Freyberg en Saxe.*

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

Coup-d'œil général.

NOUS avons déjà fait mention (tom. I.er, pag. 363) de la mine dite *Himmelsfürst*, près Freyberg en Saxe, comme de l'une des exploitations les plus importantes de cette contrée, en la considérant uniquement sous les rapports économiques qui faisoient l'objet de notre premièredivision.

Cette mine célèbre ne présente pas moins d'intérêt sous les rapports techniques. Aux circonstances naturelles d'un gisement très-compliqué, sur lequel les sciences relatives aux mines pouvoient seules répandre la lumière, elle réunit l'application la plus sage des principes de l'art des mines.

C'est sous ces deux points de vue que nous allons considérer cette mine vraiment classique. On reconnoîtra sa position au sud de Freyberg, dans l'arrondissement de Brand, sur la carte générale des mines du royaume de Saxe. (*Voyez* pl. 3.)

Là, sur une étendue de 1000 toises du nord au sud, et de 3 à 400 toises de l'est à l'ouest, la roche dominante de cette contrée, le gneiss, est traversée, presque en tous sens, par un grand nombre de filons, en général peu puissans, qui contiennent, avec plus ou moins

Freyberg, Pl. 13 et 14.

d'abondance, des minerais de plomb et des minerais d'argent : leurs différentes directions et inclinaisons sont indiquées sur le plan et les coupes que nous présentons.

Tel est en partie l'objet des pl. 13 et 14, dans les *fig. 1* à *8;* chacune de ces figures porte les annotations nécessaires à l'intelligence d'un ensemble très-compliqué. On y reconnoîtra facilement ce qui suit :

Fig. 1, plan général des filons et des travaux souterrains;

Fig. 2, coupe verticale suivant A B de *fig. 1;*

Fig. 3, coupe verticale du filon n.° 4.° de *fig. 1*, faite suivant la direction de ce gîte;

Fig. 4, *idem*, pour le filon n.° 3.°;

Fig. 5, *idem*, pour le filon n.° 6.°;

Fig. 6, *idem*, pour le filon n.° 7.°;

Fig. 7, coupe verticale suivant C D de *fig. 1;*

Fig. 8, coupe verticale suivant E F de *fig. 1.*

Gisement.

C'est un caractère commun à tous les gîtes de minerais qu'on exploite aux environs de Freyberg, et en général dans le *Erzgebirge*, que cette fréquence de filons métallifères, qui, jointe aux circonstances relatives de leur gisement et à la nature de leurs diverses substances, atteste qu'à des époques successives, il s'est opéré, dans le sein du gneiss, une multitude de fentes dans lesquelles les eaux sont venues, plus ou moins long-temps après, déposer ces métaux que le mineur en arrache aujourd'hui. Tout observateur sera frappé de la différence qui existe entre de tels filons si multipliés, si variables, sur un court espace de terrain, et ces filons puissans et continus que nous avons déjà remarqués dans le Hartz, auprès de Clausthal et de Zellerfeld. (*Voyez* pl. 2 et 4 à 8.)

Les uns et les autres présentent cependant aussi de nombreux points de ressemblance, propres à confirmer la belle théorie de M. Werner, théorie dont nous sommes principalement redevables aux mines de la contrée qui nous occupe en ce moment.

Filons principaux.

Au milieu d'une telle complication de filons divers, le mineur ne pouvoit se diriger convenablement qu'en les distinguant dans son langage; de là, les dénominations suivantes qui, en allemand, indiquent

avec une précision suffisante la direction principale de chaque filon.

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

On distinguera, sur le plan et sur les coupes, les filons sous les numéros ci-après :

1.° Filon dit *Teich-flache*, au centre de l'exploitation, filon nord-nord-ouest, c'est-à-dire, qui se dirige entre 12 et 9 heures de la boussole du mineur. La puissance de ce filon excède quelquefois une demi-toise; mais elle se borne ordinairement à un quart de toise, et se réduit même à quelques pouces;

2.° ——— *Dorotheer-stehende*, ou filon nord-nord-est, c'est-à-dire, entre 12 et 3 heures; sa puissance ordinaire est de 6 à 10 pouces;

3.° ——— *Vertrau-auf-gott-flache*, filon nord-nord-ouest, dont la puissance moyenne est de 8 à 10 pouces;

4.° ——— *Verborgener-flache*, filon nord-nord-ouest, dont la puissance varie entre 4 et 10 pouces;

On remarquera que c'est entre ce filon et le suivant, qui lui est presque parallèle, que se trouvent comme encaissés les filons indiqués ci-dessus par les n.os 1.°, 2.°, 3.°;

5.° ——— *Baer-flache*, filon nord-nord-ouest, dont la puissance est de 8 à 10 pouces: environ à 150 toises au sud du puits f, dit *Grün-rosener*, ce filon, qui contient de la terre grasse *[letten]* et des fragmens arrondis *[geschiebe]* de gangue et de minerai, provenant de tous les autres gîtes environnans, coupe et dérange, de plusieurs toises, le filon n.° 2.°, dit *Dorothée*: on en conclut que le filon n.° 5.° est le plus récent de tous.

6.° ——— *Wieder-gefundenes-glück-stehende*, filon nord-nord-est: sa puissance est ordinairement de 6 à 7 pouces. C'est dans sa partie supérieure qu'il s'est montré le moins puissant; il ne présente pas d'affleurement au jour;

7.° ——— *Felix-flache*, filon nord-nord-ouest: sa puissance varie en général entre 6 et 12 pouces; mais dans l'endroit où il se réunit au filon n.° 6.°, et se traîne avec lui (ainsi qu'on le voit *fig. 1 et 8*), la puissance s'élève jusqu'à un quart de toise et plus.

Les filons 6.° et 7.° sont aujourd'hui la principale richesse de la mine de Himmelsfürst, comme l'étoient jadis les filons 1.° et 3.°

Inbyrbeng.
Pl. 13 et 14.
Filons accessoires.

Outre les sept filons que nous venons d'indiquer, la mine de Himmelsfürst en présente un grand nombre d'autres moins importans, dont les rapports avec les précédens se trouvent exprimés sur le plan et les coupes que nous considérons, par les travaux de recherche auxquels ils ont donné lieu. Il nous suffira de rappeler les noms par lesquels on les distingue. (*Voyez* pl. 13 et 14.)

a a,	filon dit	*Versuch-flache*	filon n. n. o;
b b,	——	*Unverhofft-stehende*	—— n. n. e;
c c,	——	*Ernestus-stehende*	—— *idem;*
d d,	——	*Hoffentlich-stehende-*	—— n. n. e;
		-und-flache	—— n. n. o;
e e,	——	*Kalber-stehende*	—— n. n. e;
f f,	——	*Nebentrumm-stehende*	—— *idem;*
g g,	——	*Neuglücker-spath*	—— o. n. o;
h h,	——	*Glück-auf-morgengang*	—— e. n. e;
i i,	——	*Concordien-emorgngang*	—— *idem;*
j j,	——	*Juno-spath*	—— o. n. o;
k k,	——	*Pelikan-spath*	—— *idem;*
l l,	——	*Johannes-morgengang*	—— e. n. e;
m m,	——	*Stephen-spath*	—— o. n. o;
n n,	——	*Wille-gottes-morgengang*	—— e. n. e;

Les trois filons *h h*, *i i*, *j j*, et quelques autres qui n'ont pas reçu de noms particuliers, se réunissent au filon dit *Felix-flache*, qui est désigné ci-dessus par le n.° 7.°: le premier le traverse et le rejette environ d'une toise, suivant ce qui a été observé dans la troisième galerie d'alongement, la seule où des recherches aient eu lieu sur le filon *i*; les deux autres, *h h* et *j j*, traversent aussi le filon 7.° et le filon 6.° (*voyez* ci-dessus), mais sans les déranger. On observe un grand nombre de cas analogues, dans lesquels certains filons de la mine de Himmelsfürst en coupent d'autres, les rejettent ou non, et quelquefois se traînent avec eux. Un coup-d'œil attentif sur le plan et les coupes donnera une idée suffisante de ces diverses circonstances de gisement, tant d'après la direction des galeries pratiquées sur les divers filons, que d'après l'inclinaison des puits au moyen desquels on les a poursuivis dans la profondeur.

C'est par une savante combinaison de semblables résultats d'observations et des conséquences qui sont fournies par la nature des substances renfermées dans les filons, que M. Werner a été conduit à distinguer, dans les mines qui environnent Freyberg, huit dépôts naturels de minerais métallifères, dont il a déterminé les parties constituantes et l'âge relatif. Le dépôt qui nous occupe tient le second rang parmi ces huit dépôts; il n'y a de plus ancien que lui, parmi les filons de cette contrée, qu'un ensemble de tels gîtes, dans lequel abondent le plomb et l'argent avec un peu de cuivre; mais le dépôt que présente la mine de Himmelsfürst est, sans contredit, le plus important de tous, par la quantité d'argent qu'il a fournie, et par celle qu'il promet encore.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

Divers dépôts métallifères.

D'après les principes que M. Werner a développés dans l'exposé de sa théorie des filons, et d'après les détails d'observations ultérieures que M. Mohs a consignés dans une description très-étendue de la mine de Himmelsfürst, publiée en langue allemande, l'ensemble des filons que nous considérons est caractérisé par les faits suivans (voyez *Beschreibung* &c., par M. Mohs, *Wien*, 1804):

I.° Cet ensemble présente des filons nord-nord-est, c'est-à-dire, qui se dirigent ou *courent* entre 3 et 12 heures de la boussole, et des filons nord-nord-ouest, c'est à-dire, entre 12 et 9 heures, dont la puissance est peu considérable, ainsi que nous l'avons vu, et dont l'inclinaison est le plus ordinairement vers l'ouest.

Caractères du présent dépôt.

II.° Ces filons, dont nous venons de voir que l'ensemble se dirige entre 3 et 9 heures de la boussole (c'est-à-dire, à-peu-près entre le nord-est et le nord-ouest, et par conséquent aussi entre le sud-ouest et le sud-est), sont d'une formation plus ancienne que les filons ouest-nord-ouest et que les filons est-nord-est qui se présentent dans le même arrondissement; car ceux-ci, dont l'ensemble se dirige, soit entre 9 et 6 heures, soit entre 3 et 6 heures, traversent constamment les premiers, et ordinairement les rejettent.

Age relatif des filons.

III.° Dans ce dépôt très-compliqué de substances métallifères, on reconnoît que les parties constituantes des filons peuvent être rangées en deux suites de minéraux, qui ordinairement se présentent séparées l'une de l'autre, et qui ne sont que rarement mêlées ensemble.

Deux suites de minéraux.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

IV.° De ces deux suites, la première, qui est la plus ancienne, offre les substances ci-après, savoir :

Première suite.

1.° Beaucoup de plomb sulfuré grenu, rarement en gros grains;

2.° Le minerai d'argent, dit *minerai blanc riche [weissgültigerz]*, massif ou disséminé, et le plus souvent se rapprochant du minerai connu sous le nom d'*argent vitreux aigre* ou de *sproed-glaserz* [argent sulfuré cassant];

3.° Le zinc sulfuré grenu, rarement à gros grains;

4.° Peu de fer pyriteux commun, et assez rarement le fer pyriteux décomposé, dit *pyrite hépatique [leberkies]*;

5.° Très-peu de pyrite arsenicale commune *[arsenik-kies]*.

Toutes ces substances sont accompagnées de quartz, et quelquefois seulement d'un peu de spath-brunissant ou *braun spath* [spath perlé, fer carbonaté, chaux carbonatée ferrifère], qui est le plus souvent d'un brun rougeâtre.

Seconde suite.

La seconde suite présente les substances ci-après :

6.° Argent natif, avec une grande variété de formes extérieures;

7.° Argent sulfuré, dit *glanzerz* ou *glaserz*;

8.° Argent rouge foncé *[dunkles rothgültigerz]*;

9.° Un peu de fer carbonaté, ou fer spathique *[spæthiger eisenstein]*;

10.° Quelquefois un peu de fer pyriteux commun.

Toutes ces substances se trouvent avec beaucoup de spath perlé *[braun spath]* qui est blanc, et quelquefois avec une assez grande quantité de spath calcaire *[kalk spath]*.

Relations des deux suites.

V.° Les minéraux de la suite ancienne se présentent appliqués contre les salebandes ou parois des filons; ils y sont mêlés ensemble et se pénètrent réciproquement; mais quelquefois aussi, séparés les uns des autres, ils tendent à former des bandes à-peu-près parallèles à l'inclinaison du filon qu'ils remplissent. Les minéraux de la suite récente occupent presque toujours le milieu des filons, c'est-à-dire, l'espace où l'on peut concevoir, d'après la théorie de M. Werner, que s'est terminée la précipitation des substances minérales, à-peu-près à égale distance des deux parois de roche contre lesquelles elle avoit commencé.

Ce n'est, en général, que dans les cas où les minéraux de la suite ancienne manquent absolument dans un filon, ou lorsqu'il ne s'agit que de petites ramifications particulières, que les minéraux de la suite récente se présentent appliqués contre les salebandes ou parois des filons que nous venons de considérer. On observe encore que les minerais argentifères de la *suite récente* sont à l'état d'enduit superficiel, dans le mélange des minéraux de la *suite ancienne;* et que, quand les substances des deux *suites* se trouvent ensemble, c'est principalement dans les parties supérieures des filons, c'est-à-dire, vers la surface du terrain. (*Voyez* Werner, *Theorie-von der entstehung der gænge*, page 233.) *Freyberg*, Pl. 13 et 14.

VI.° Les coupes du terrain que nous présentons, et particulièrement les *fig. 7* et *8* de la pl. 14, suffisent pour faire voir que tout le dépôt métallifère, auquel la mine de Himmelsfürst doit depuis long-temps sa prospérité, s'enfonce dans le gneiss, jusqu'à une profondeur considérable, sans éprouver d'importantes vicissitudes. Roches environnantes.

Voyons quel est l'état actuel des travaux d'exploitation.

Cette mine étoit ouverte dès le commencement du XV.e siècle, et peut-être plutôt. Après plusieurs alternatives de perte et de gain, elle étoit parvenue à une prospérité constante vers le milieu du XVIII.e siècle, époque à laquelle la galerie d'écoulement qui parcourt les travaux en avoit déjà exploré les ressources et assuré l'asséchement. C'étoit alors sur les filons désignés ci-dessus par les n.os 1.°, 2.°, 6.°, qu'avoit lieu l'exploitation la plus active, en même temps qu'elle se portoit aussi avec succès sur le filon n.° 3.° Exploitation de la mine.

Depuis cette époque, les progrès de l'art des mines, et sur-tout les soins continuels d'une administration éclairée, ont maintenu la mine de Himmelsfürst dans un état de plus en plus florissant. La découverte du filon dit *Felix-flache* (n.° 7.° ci-dessus), fruit de recherches sagement combinées avec l'activité et le perfectionnement de tous les autres genres de travaux, ouvrit, en 1793, une nouvelle source de richesses, qui, depuis plus de vingt ans, remplace avantageusement celles qui commençoient à s'épuiser; il en résulte la sécurité d'un long avenir.

On voit, sur notre carte du Erzgebirge, pl. 3, que c'est la galerie d'écoulement désignée par le nom de *Thelersberger stollen*, qui procure Galeries d'écoulement.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

l'asséchement de la mine de Himmelsfürst. Cette galerie, dont l'orifice se trouve vers l'ouest de l'exploitation, près du village de Linde, dans la vallée dite *Striglitzthal*, parcourt presque tous les filons de la mine, ainsi qu'on peut le voir sur le plan que nous présentons (pl. 13, *fig. 1*); son développement total est d'environ 20000 toises. La profondeur à laquelle cette galerie d'écoulement atteint les divers puits d'exploitation, est exprimée sur les diverses coupes *(fig. 2 à 4)*. Ainsi nous remarquerons seulement que cette profondeur est peu considérable. Cet inconvénient majeur provient, en partie, des fautes qui ont eté commises autrefois, en plusieurs endroits de ce long percement, dans lesquels on lui a donné une inclinaison trop considérable au-dessus de son orifice.

Une autre galerie d'écoulement, pratiquée à un niveau beaucoup plus bas que la précédente, parcourt déjà d'autres districts de mines, situés au nord de Freyberg. C'est la galerie dite *Tiefe fürsten stollen*, indiquée sur notre carte du Erzgebirge. Cette galerie commence à pénétrer dans l'arrondissement de Brand, où se trouve la mine que nous considérons, et elle peut lui donner, pour la suite, d'heureuses espérances. En attendant, les eaux souterraines de Himmelsfürst sont élevées par des machines hydrauliques jusqu'au niveau de la galerie dite *Thelersberger stollen*. Au-dessus de celle-ci, se trouvent deux galeries d'écoulement plus anciennes et en partie écroulées : l'une est nommée *Brandstollen* et l'autre *Taubenstollen;* jadis elles ont été d'un grand secours pour l'exploitation des niveaux supérieurs. Il existe encore, dans cette exploitation, une ancienne galerie dite *Bærstollen*, que l'on met à profit aujourd'hui, pour faire de nouvelles recherches sur le filon n.° 5.°, dit *Baer-flache*, et sur toute la partie occcidentale de l'exploitation, en même temps qu'on étudie, sur plusieurs autres points, cet espace qui semble promettre des découvertes avantageuses.

Puits principaux.

Les puits d'exploitation suivent en général l'inclinaison des filons sur lesquels ils sont foncés. On voit par les plans et coupes, *fig. 1* à *8*, l'emplacement et la profondeur de chacun d'eux, savoir :

a, b, c, puits principal d'extraction et d'épuisement, sur lequel la portion de puits b, dite *Frankenschacht*, a été foncée verticalement, pour faciliter le service de la machine d'extraction.

L'approfondissement du puits a, b, c, se continue toujours, parce que c'est de son fond c que partent les recherches dirigées sur les filons 6.° et 7.°, dans lesquels d'ailleurs il n'existe pas de puits propres à assurer l'extraction et l'épuisement.

d, puits d'extraction dit *Vertrau*, foncé dans le filon n.° 3.°;

e, puits d'extraction dit *Dorotheer schacht*, aujourd'hui moins employé qu'autrefois.

f, puits d'extraction dit *Grün rosener*, par lequel s'opère l'extraction de la partie méridionale des filons 2.° et 5.° ci-dessus [*Dorothée* et *Bœr flache*].

g, puits d'extraction, le seul qui soit aujourd'hui en activité sur le filon 5.° dit *Bœr flache*.

Outre ces puits principaux, quelques autres sont maintenus en activité, tant pour l'airage que pour la descente des ouvriers, qui s'opère aussi par les puits ci-dessus; tels sont presque tous les suivans :

h, puits dit *Fund schacht* [puits de la découverte], l'un des plus anciens de cette mine;

i, ——— *Neue pfann schacht;*

j, ——— *Fürsten schacht;*

k, ——— *Brandenstein schacht;*

l, ——— *Nieliehs schacht;*

m, ——— *Bœr schacht;*

n, ——— *Jung Himmelsfürstener-tage-schacht* [puits au jour];

Enfin, plusieurs autres puits sont abandonnés et fermés; tels sont en général les puits dits :

o, ——— *Brett kammer;*

p, ——— *Loeser;*

q, ——— *Donat;*

r, ——— *Neuglück spath;*

s, ——— *Alte pfannen;*

t, ——— *Fund schacht.*

FREYBERG, Pl 13 et 14.

Galeries d'alongement.

A partir des puits principaux qui sont indiqués ci-dessus par les lettres a jusqu'à g, des galeries d'alongement *[geveug-strecke]*, dont le premier objet est toujours d'étudier le gîte de minerais, sont pratiquées les unes au-dessous des autres, suivant la direction des filons correspondans. L'usage saxon est de distinguer ces galeries par la suite naturelle des nombres, en appliquant le n.° 1 à celle qui se présente la première au-dessous de la galerie d'écoulement. C'est ainsi qu'on les voit indiquées sur le plan et sur les coupes que réunissent les pl. 13 et 14.

La distance réglée, d'une galerie d'alongement à celle qui lui est immédiatement supérieure ou inférieure, est généralement de 20 toises, chacune de 7 pieds de Saxe. Ce nombre correspond à la hauteur dont on a besoin pour établir, d'une galerie d'alongement à la suivante, six échelles, chacune de 24 pieds, et quatre répétitions de pompe, chacune d'environ 35 pieds; de là, ce mode constant de division; il présente, en outre, l'avantage de faciliter le service des machines d'extraction.

En effet, vu la profondeur peu considérable d'une galerie au-dessous de l'autre, les minerais qui proviennent du niveau de l'une d'elles, peuvent ou être élevés, à l'aide d'un treuil, jusqu'à la galerie immédiatement supérieure, ou être jetés, par un petit puits de communication, dans la galerie immédiatement inférieure, suivant que l'un ou l'autre expédient est plus commode pour la machine qui doit aller chercher ces minerais réunis sur une place d'assemblage. Dans le premier cas, il en résulte peu de frais; dans le second, peu de perte des minerais, à cause des précautions qui sont prises à cet égard.

Disposition des galeries.

Toutes les galeries d'alongement présentent la hauteur et les dispositions nécessaires pour que le roulage puisse s'y opérer commodément, et, en cas de besoin, pour que les eaux s'y écoulent vers le puits a b c, dans lequel se trouvent deux machines d'épuisement. Afin de satisfaire à cette dernière condition, qui permet d'employer avec avantage un seul et même puits pour l'extraction et pour l'épuisement, le sol des galeries d'alongement présente une légère inclinaison vers le puits qui renferme les pompes. Quelquefois, entre une galerie d'alongement et celle qui, suivant la règle, en est éloignée de 20 toises, on pratique une galerie intermédiaire *[mittel strecke]*, lorsqu'on le juge nécessaire pour multiplier

les recherches; on voit, par le plan et par les coupes, jusqu'à quelle distance des puits sont parvenues les diverses galeries d'alongement: à l'extrémité de chacune d'elles, se trouve la taille *[streckenort]* que l'on pousse en avant pour reconnoître chaque filon, en même temps qu'au moyen des puits on étudie les gîtes de minerais dans la profondeur. *FREYBERG*, Pl. 13 et 14.

En ce moment, les filons étant reconnus sur une grande étendue, on ne pousse de recherches dans la profondeur que par le puits abc, et par un foncement qui se pratique sur le filon n.° 6.° *[Wied. gef. glück]*, au-dessous de la cinquième galerie d'alongement, dans l'endroit où il se traîne avec le filon n.° 7.°, dit *Felix flache;* mais il suffira de jeter un coup-d'œil sur les coupes *(fig. 2 à 6)*, pour remarquer qu'entre une galerie d'alongement et celle qui l'avoisine, il existe, de distance en distance, des portions de puits qui suivent l'inclinaison du filon. C'est en pratiquant ces portions de puits, soit de haut en bas, soit de bas en haut, pour étudier l'espace intermédiaire entre deux galeries consécutives, et quelquefois aussi pour établir la libre circulation de l'air, qu'on a divisé en massifs tout l'espace à exploiter, ainsi qu'on le voit sur les coupes. Parmi ces massifs, les uns, dans lesquels l'espace excavé est exprimé par des tailles de gravure, sont déjà exploités ou s'exploitent actuellement (en l'année 1812) par la méthode dont il sera question plus tard; les autres, représentés par le blanc du papier, sont d'importantes réserves pour l'avenir : ainsi tout est disposé, non-seulement pour que l'exploitation soit complète, mais encore pour qu'elle ait une durée indéfinie. La mine de Himmelsfürst jouit, à cet égard, d'un précieux avantage; c'est qu'il lui suffit que les nombreuses parties métallifères de ses filons aient quelques pouces d'épaisseur, pour que les frais d'exploitation soient couverts par les minerais qui en proviennent. Division du gîte en massifs.

Ne laisser inconnue aucune partie des gîtes de minerais, et mettre convenablement à profit toutes les parties connues, tel est le but qu'on se propose, et qu'on atteint de la manière la plus satisfaisante, dans la mine qui nous occupe. Après avoir pris une idée générale des travaux de recherche, sagement coordonnés avec l'ensemble de l'exploitation, considérons les ateliers d'arrachement, qui fournissent à l'extraction habituelle. But des travaux souterrains.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

Gradins droits.

Les deux méthodes qu'on emploie, pour cet objet, sont connues sous les noms d'ouvrages à gradins droits et d'ouvrages à gradins renversés. Par la première méthode, une taille poussée dans la partie supérieure du massif à exploiter, et selon la direction du filon, est suivie d'une autre taille située plus bas; celle-ci de même suivie d'une troisième, et ainsi de suite, de sorte que la première taille est toujours plus avancée que la seconde, qui l'est aussi plus que la troisième, &c. : ainsi, l'ensemble d'un tel atelier présente la forme d'un escalier vu en dessus. (*Voyez et comparez* pl. 14, *fig. 3* et *4*, et pl. 15, *fig. 3* et *6*.)

Gradins renversés.

Par la seconde méthode, une taille poussée dans la partie inférieure du massif à exploiter, et selon la direction du filon, est suivie d'une autre taille située au-dessus de la première. La seconde taille est de même suivie d'une troisième, et ainsi de suite, de sorte que la première est toujours plus avancée que la seconde, qui l'est aussi plus que la troisième, &c. : ainsi, l'ensemble d'un tel atelier présente la forme d'un escalier vu en dessous. (*Voyez* pl. 14, *fig. 5* et *6*, pl. 15, *fig. 3*, sous les lettres *f*, *h*, *s*, et ailleurs.)

Il est clair que, par la première méthode, l'exploitation d'un massif s'opère en descendant, et que, par la seconde, elle s'opère en montant. Celle-ci est la plus ordinaire dans la mine de Himmelsfürst : voyons les motifs qui la font préférer.

Motifs de préférence.

L'exploitation par gradins renversés dispense du boisage et des nombreux planchers qui, dans l'autre méthode, sont nécessaires en face de chaque gradin, pour recevoir les déblais, ainsi que le fait voir la pl. 15, *fig. 6* et *8*. On se débarrasse plus facilement des déblais, dans la mine que représentent les pl. 13 et 14, en les entassant sur le sol de l'atelier, de manière qu'il en résulte des massifs de remblaiement disposés en gradins, dont le front est parallèle à celui de l'espace excavé. (*Voyez fig. 5* et *6*, pl. 14.) De plus, au lieu de transporter directement les minerais depuis l'atelier jusqu'au puits d'extraction, par des galeries de roulage ménagées sous les planchers de boisage, ainsi que cela se pratique dans l'ouvrage à gradins droits, on fait ici tomber ces matières dans la galerie d'alongement, située au-dessous de l'atelier, en se servant, pour cet effet, de petits puits de communication ménagés de 20 toises

en 20 toises, et muraillés convenablement, au sein des déblais qui remplissent l'espace excavé de l'ouvrage à gradins renversés. Cette disposition paroît plus avantageuse dans la mine de Himmelsfürst, que l'établissement des treuils, qui, dans les cas où l'on appliqueroit l'ouvrage à gradins droits à la partie inférieure d'un petit puits voisin du massif à exploiter, y seroient indispensables pour élever les minerais jusqu'au niveau d'une galerie de roulage, vu l'emplacement des puits d'extraction qui existent. A la vérité, l'ouvrage à gradins renversés présente deux inconvéniens dont l'ouvrage à gradins droits est exempt : le premier, c'est que la machine d'extraction doit aller chercher les minerais à un niveau plus bas que celui de l'atelier qui les fournit; mais une différence de quelques toises, dans le trajet considérable des tonnes d'extraction, est de peu d'importance : le second inconvénient mérite plus d'attention; c'est qu'à moins d'un soin tout particulier, on risque, dans l'ouvrage à gradins renversés, de perdre une partie des minerais riches, dans les déblais qui exhaussent le sol de l'atelier, et, de plus, de briser les minerais par leur chute dans les petits puits de communication; mais la surveillance continuelle, qui est pour la mine de Himmelsfürst un de ses principaux moyens de prospérité, se réunit à l'intelligence des ouvriers, sagement exercés dès le bas âge, pour éviter la perte considérable qui pourroit résulter de cet inconvénient.

Freyberg. Pl. 13 et 14.

C'est ici le lieu de confirmer une remarque déjà placée dans le tom. I.er de cet ouvrage, pag. 368 *et suiv.*, concernant les motifs qui rendent tel ou tel procédé préférable, pour telle ou telle contrée. Nous verrons, en considérant les pl. 15 et 16, que, dans les filons d'argent d'Andreasberg au Hartz, c'est la méthode par gradins droits qui obtient la préférence. L'abondance des bois qui existent dans cette contrée, suffiroit pour en rendre raison; mais la continuité d'un filon susceptible d'être exploité dans son ensemble, ainsi qu'on le voit à Andreasberg, par un seul ouvrage à gradins droits, dont le fond correspond au point le plus bas du puits d'extraction, motive aussi cette disposition générale des travaux, qui en assure la régularité. Au reste, de même que l'ouvrage à gradins renversés est quelquefois employé à Andreasberg pour certaines branches de filons, d'après la convenance des localités,

Réunion des deux modes.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

l'ouvrage à gradins droits trouve aussi son application dans la mine de Himmelsfürst, malgré l'usage général.

Par exemple, si un petit puits de communication, ouvert d'une galerie d'alongement à une galerie inférieure, ne soutient pas, en s'approfondissant, l'espérance qui l'avoit fait entreprendre comme recherche, au lieu de l'approfondir davantage, ou de venir à sa rencontre de bas en haut pour établir un atelier par gradins renversés dans la galerie inférieure, on se contente d'obtenir, par le moyen d'un ouvrage à gradins droits, les minerais que ce puits a pu faire reconnoître dans sa partie supérieure; alors, la portion de massif à laquelle il correspond se trouve exploitée de haut en bas, et seulement jusqu'à la profondeur convenable.

Établissement des gradins renversés.

Un atelier à gradins renversés s'établit, ou par le moyen d'un percement pratiqué de bas en haut, ou par le moyen d'un foncement pratiqué de haut en bas, et mis en communication avec une galerie inférieure. Dans les deux cas, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, les tailles, desquelles doivent résulter les gradins renversés, s'établissent au-dessus les unes des autres, en commençant par la partie inférieure du massif à exploiter.

Quand on a le choix, il vaut mieux commencer un semblable atelier à partir d'un *foncement* déjà mis en communication avec une galerie inférieure, qu'en pratiquant d'abord un percement de bas en haut; car alors l'airage est plus facile, outre qu'il en coûte beaucoup moins pour entailler le filon.

Exemples.

On donne communément ici au front vertical de chacun des gradins, une hauteur de $\frac{3}{4}$ de toise, et à la face supérieure, qui s'incline un peu vers la première, une longueur de 2 à 3 toises. (Voyez *fig. 4, 5, 6*, pl. 14.) La largeur des gradins est celle du filon ou à-peu-près.

Quand on commence l'établissement d'un atelier par gradins renversés, on pratique d'abord, à la partie inférieure du petit puits d'où il part, une excavation horizontale, dirigée dans le sens des tailles à établir, et telle qu'elle corresponde à la hauteur de deux ou trois gradins; c'est une espèce d'arcade que l'on muraille en voûte presque plate, et que l'on recharge de déblais: ensuite les tailles sont mises en activité; et à mesure qu'elles s'éloignent du point de départ, on continue, vers elles,

le muraillement en voûte. Bientôt il en résulte une galerie inférieure de roulage, muraillée sur toute sa longueur. C'est ainsi qu'il est pourvu à la solidité de la plupart des galeries d'alongement, dans les parties exploitées. Si quelquefois on fait usage du boisage pour cet objet, c'est presque toujours provisoirement, et l'on a soin alors de le disposer de manière que la maçonnerie, en dalles de gneiss, puisse lui être substituée facilement.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

Les coupes que nous présentons font voir les divers ateliers à gradins et les percemens de galerie qui étoient en activité, en l'année 1812, sur chacun des filons; les premiers pour l'exploitation complète des massifs, les seconds pour des recherches ultérieures, qui, en s'avançant, procurent elles-mêmes une quantité de minerais assez considérable. Sur les divers ateliers en gradins sont répartis environ 350 mineurs, et sur les recherches, 115.

Modes d'entaillement.

Les masses minérales qu'il s'agit d'attaquer dans la mine de Himmelsfürst, tant au sein du filon qu'au sein de la roche environnante, présentent un degré moyen de ténacité, dans l'ordre de consistance qui exige le tirage à la poudre. On tire ou en pleine masse, ou après avoir dépouillé le filon. Le dépouillement consiste à entailler la roche, ou le filon, sur une certaine étendue, parallèlement à la direction de celui-ci; on l'exécute à l'aide du marteau et de la pointerole, afin de pouvoir ensuite abattre une masse considérable, à l'aide du tirage.

Tirage à la poudre.

La première méthode, le tirage en pleine masse, ne s'emploie en général que pour traverser les bancs de roche ou pour attaquer le filon, quand il se trouve réduit à l'épaisseur d'un simple filet, ou bien enfin lorsque le filon offrant la puissance qui convient à la largeur d'une taille, avec une salebande ou paroi distincte sur l'un de ses côtés, oppose cependant trop de résistance pour être attaqué au marteau et à la pointerole. La seconde méthode, le tirage après dépouillement, s'emploie pour tous les ouvrages à gradins, et pour toutes les tailles où le filon présente une puissance notable.

Le plus souvent, on pratique le dépouillement dans la roche qui avoisine le filon, soit dans le toit, soit dans le mur : après avoir obtenu le

Freyberg. Pl. 13 et 14.

minerai par le tirage, on élargit la taille, s'il en est besoin, afin que l'ouvrage conserve par-tout les dimensions convenables.

Le tirage s'opère, en général, à un seul homme, par le moyen de trous pratiqués dans la masse minérale avec le fleuret en ciseau. Nous avons décrit ailleurs cette opération du tirage, qui comprend le percement des trous, la charge, et le tirage proprement dit. Lorsqu'il s'agit d'obtenir du minerai, les moindres trous ont 12 à 14 pouces de profondeur, et les plus forts de 20 à 30 pouces. La distance du fond des trous aux faces libres de la masse attaquée, est, pour les premiers, de 8 à 10 pouces, pour les seconds de 12 à 15. Quelquefois on exécute le tirage à deux hommes, pour pratiquer des trous plus profonds dans les parties où le filon est très-ouvert et présente beaucoup de poches. La charge de poudre, pour les moindres trous, est de 2 onces à 2 onces $\frac{1}{2}$, du double pour les plus forts. On bourre la poudre avec un tasseau de bois et de l'argile préparée. Il est défendu d'employer, pour cet objet, du gravier ou des débris de roches, qui pourroient causer des accidens.

Tâche des ouvriers.

La tâche ordinaire d'un mineur, dans sa journée, consiste à pratiquer deux trous pour le tirage, chacun de 14 à 20 pouces de profondeur, ou bien un seul trou de 30 pouces. Quelquefois, dans les tailles de galeries, on exige trois trous de l'ouvrier, ou seulement deux terminés et le troisième commencé : des chefs d'atelier règlent, pour chaque homme, cet objet, qui est beaucoup plus important qu'il ne le paroîtra peut-être au premier coup-d'œil. Ces préposés surveillent aussi l'emplacement des trous de tirage.

Un ouvrier met au moins quatre fleurets hors de service pendant sa tâche, et quelquefois jusqu'à huit; les outils sont réparés chaque jour.

Pour ne pas interrompre l'ouvrage trop souvent, et pour mieux combiner l'effet des trous de poudre, on ne fait jouer la mine que lorsqu'il y a au moins deux trous de prêts, soit dans la roche, soit dans le filon; alors, ils sont tirés tantôt ensemble, tantôt séparément.

Aussitôt après le tirage, l'atelier est nettoyé; les déblais sont examinés et disposés pour le remblaiement; les minerais subissent un premier triage; les plus riches sont déposés de suite dans un coffre de sûreté, et

les autres transportés à la place d'où le roulage doit avoir lieu vers le puits d'extraction. *Freyberg.* Pl. 13 et 14.

Dans cette mine, on ne conduit les tailles au marteau et à la pointerole, qu'en quelques endroits de sa partie méridionale, où les filons sont naturellement dépouillés, et renferment une quantité considérable de gneiss décomposé : alors on a quelquefois aussi recours au tirage à la poudre, si la consistance des masses minérales vient à l'exiger.

Il pourra être utile de consigner ici quelques faits concernant le prix des travaux que nous venons de considérer; nous essaierons d'en déduire des résultats généraux qui pourront servir de terme de comparaison, dans des circonstances analogues à celles que nous avons décrites : Frais d'entaillement.

En 1802, 14 tailles furent poussées sur les divers filons, en 14 endroits différens de la mine;

	lachter	ou	toises
Chacune d'elles avoit de haut	1,25		1 $\frac{1}{4}$;
de large	0,625		" $\frac{5}{8}$;

La longueur varioit de $\frac{3}{8}$ de toise à 4 toises $\frac{1}{2}$;

Leur longueur totale étoit de 43 toises $\frac{62}{100}$ ou 43 toises $\frac{10}{16}$.

1.° Le moindre *prix fait*, pour ces ouvrages, fut de 11 rthlr. pour une longueur de 4 toises $\frac{1}{16}$, avec les autres dimensions ci-dessus; la moindre consommation de poudre fut de 53 livres pour ce même marché. C'est, par toise cube, environ 3 rthlr. $\frac{4}{10}$ et 16 livres $\frac{7}{10}$ de poudre.

2.° Le plus fort *prix fait* fut de 23 rthlr. pour une longueur de $\frac{3}{8}$ de toise, avec les autres dimensions ci-dessus; la plus forte consommation de poudre fut de 24 livres, pour ce même marché; ce seroit, par toise cube, environ 79 rthlr. $\frac{5}{10}$ et 83 livres de poudre. Ainsi, les 4 toises $\frac{1}{16}$ de l'article 1.° ci-dessus, auroient coûté environ 252 rthlr., avec 263 livres de poudre, si les conditions du premier marché avoient été les mêmes qu'ici, au lieu de porter seulement 11 rthlr. et 53 livres de poudre.

Cette remarque indiquera suffisamment combien il est nécessaire de faire varier la fixation des *prix faits*, à mesure que varient les circonstances locales.

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

3.° La somme totale des *prix faits* pour les 14 tailles indiquées, fut de 315 rthlr., seulement pour salaire des mineurs qui les pratiquoient à la tâche, et sans compter les salaires fixes des surveillans et des journaliers attachés au service des tailles, soit pour les garantir des eaux et de l'encombrement, soit pour exécuter le triage préliminaire des minerais.

4.° La consommation totale de poudre fut de 910 livres, faisant 7 quintaux $\frac{8}{10}$, et valant en somme 182 rthlr. 8 gr.

5.° La somme totale des salaires fixes, mentionnés art. 3.°, pour les 14 tailles, fut de 711 rthlr. 9 gr. 6 pf.

6.° Ainsi le prix total des salaires de tout genre et de la poudre, fut une somme de 1208 rthlr. 17 gr. 6 pf. = 1208 rthlr. $\frac{709}{1000}$.

7.° Or, la solidité totale des 14 tailles étoit, d'après leurs dimensions énoncées, de 34 toises *[lachter]* cubes $\frac{78}{1000}$.

8.° Ainsi, le terme moyen de prix total, pour la toise cube, y compris salaires et poudre, fut à-peu-près de 35 rthlr. $\frac{46}{100}$, c'est-à dire, de 140 francs 5 centimes (l'écu saxon de 24 gros, dit *reichsthaler*, étant évalué 3 francs 95 centimes).

9.° Le terme moyen de consommation de poudre pour une toise cube fut de 26 livres $\frac{4}{10}$.

10. Il résulte de ces faits que, pour pratiquer un percement d'une toise cube, dans les filons de la mine de Himmelsfürst, le terme moyen de dépense est tel qu'il suit :

	rthlr.	fr.	cent.
(a) En tâche réglée, à prix fait, sur la masse du filon à entailler.....	9. $\frac{24}{100}$. *ou*	36.	49.
(b) En valeur de la poudre nécessaire pour cet objet.....	5. $\frac{35}{100}$.	21.	13.
(c) En tâches fixes des surveillans et journaliers.....	20. $\frac{87}{100}$.	82.	43.
TOTAL comme ci-dessus.....	35. $\frac{46}{100}$. *ou*	140.	05.

Comme la toise cube équivaut à-peu-près à 8 mètres cubes, on voit que le prix moyen du mètre cube d'entaillement est communément estimé ainsi qu'il suit :

	fr.	cent.	FREYBERG.
(a) Pour les tâches réglées, à prix fait. (*Voyez* ci-dessus).	4.	55.	Pl. 13 et 14.
(b) Pour valeur de la poudre.....	2.	64.	
(c) Pour les tâches fixes, &c.....	10.	30.	
TOTAL.....	17.	49.	

Voyons maintenant comment s'opèrent le roulage des matières à l'intérieur, leur extraction au jour, l'épuisement des eaux et la circulation de l'air. Nous terminerons par quelques faits concernant les résultats de l'exploitation.

Roulage intérieur.

En quelques parties de la mine, le roulage s'exécute encore à l'aide de brouettes; elles y offrent l'avantage de ne pas exiger une disposition particulière des galeries, et de pouvoir passer dans les endroits resserrés; c'est ainsi qu'est roulé vers le puits principal a b c et vers le puits f *(Grün-rosener)* tout ce qui provient de la partie des filons correspondans qui est située au midi de ces puits.

Brouettes.

Ce qu'on obtient du filon *Vertrau*, n.° 3.°, est roulé de même vers le puits de ce nom (d). Une telle brouette contient, pour les plus foibles ouvriers, 2 à 3 *mesures* de menus fragmens, dites *kübel*, chacune de 1 pied cube $\frac{44}{100}$, et pour les plus forts, 4 à 5 *mesures* de gros blocs. Le poids moyen d'un *kübel* de minerai à trier est d'environ 71 livres et $\frac{1}{4}$, et le *kübel* de déblais pèse 42 livres $\frac{3}{4}$. Le roulage s'exécute par relais de 40 toises. L'entreprise journalière d'un fort ouvrier consiste à rouler 120 *kübel* dans un tel relais.

Chariots dits *chiens de mine.*

Sur les filons principaux, excepté dans le cas peu ordinaire du roulage à la brouette, le sol des galeries est garni de solives pour le roulage, qui s'y exécute dans des *chiens de mine*, portant un clou de conduite. (*Voyez* pl. 16, *fig. 12* à *14.*) Sur 100 toises de longueur, le plancher de roulage a $\frac{1}{4}$ de toise d'inclinaison vers le puits d'extraction auquel il conduit. Il n'existe pas de tels planchers dans les galeries d'alongement intermédiaires, dites *mittel strecke*, parce qu'elles ne sont pas en général destinées au roulage.

Chacun des chiens de mine contient 3 *kübel* de même mesure que ci-dessus. Toute cette partie du roulage est organisée par relais. Tantôt la

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

longueur du relais est de 40 toises, et l'entreprise journalière de l'ouvrier consiste à rouler ainsi 180 *kübel* en 60 voyages; tantôt le relais est de 60 toises, et l'ouvrier doit rouler, dans sa journée, 120 *kübel* en 40 voyages : dans les deux cas, il gagne environ 2 francs. C'est de cette manière que s'exécute le roulage vers le puits le plus voisin, pour tous les ateliers qui n'ont pas été indiqués ci-dessus comme donnant lieu au roulage en brouette.

Extraction au jour.

L'extraction des matières au jour s'opère, dans les puits désignés ci-dessus (a jusqu'à g), au moyen des machines dont ils sont pourvus. Il existe, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, une seule roue hydraulique pour le service alternatif de deux machines à molettes, qui sont établies l'une sur le puits a, l'autre sur le puits e; une autre roue hydraulique, avec une machine à molettes, pour le puits d; et enfin, une machine à molettes, mue par des chevaux, pour le puits f. Quelques treuils, mus à bras d'hommes, se trouvent sur les puits h, i, l, &c.; mais ils ne servent qu'à faire parvenir dans l'intérieur le bois et les pierres qu'exige la consolidation des travaux. Dans quelques petits puits de l'intérieur, on fait aussi usage du treuil, mais rarement.

Machines d'extraction.

La roue d'extraction du puits a b c a 38 pieds de diamètre (mesure de Leipzig), 5 pieds de largeur totale, et 104 augets, à chacune de ses deux couronnes accolées l'une à l'autre. (*Voyez* une roue analogue, pl. 34, *fig. 3* et *4*.) Elle est située dans l'intérieur de la mine, ainsi que nous le verrons plus tard.

La roue d'extraction du puits d a 28 pieds de diamètre et 5 pieds un pouce de largeur totale.

Dans la machine d'extraction du puits f, le manége des chevaux a 28 pieds de rayon, et le tambour de la machine 7 pieds.

On voit, pl. 12, *fig. 14* et *15*, quelle est la forme des tonnes d'extraction; chacune d'elles a 4 pieds 10 pouces de haut, 2 pieds 2 pouces de large, et 2 pieds 6 pouces dans la troisième dimension.

Une tonne vide, garnie de ses ferrures, et déjà pénétrée d'humidité, pèse 5 quintaux, chacun de 114 livres de Leipzig; elle peut contenir 12 des mesures ci-dessus, dites *kübel*, c'est-à-dire, près de 18 pieds cubes.

Chargée de minerai, elle pèse communément 18 quintaux; chargée de déblais, 13 quintaux, tout compris. *FREYBERG*, Pl. 13 et 14.

Les cables d'extraction sont de chanvre; ils ont 2 pouces de diamètre : neufs et goudronnés récemment, ils pèsent de 7 livres $\frac{1}{4}$ à 7 livres $\frac{1}{2}$ la toise.

Dans presque tous les puits d'extraction, il existe, aux différens niveaux des galeries d'alongement, et ordinairement au mur du filon, un espace boisé, qui est capable de contenir une quantité considérable de déblais destinés à l'extraction. Un tel réceptacle, dit *rolle*, est boisé tout autour, et garni d'une trappe à sa partie inférieure : c'est dans cet espace que l'on dépose les déblais; c'est de là qu'ensuite on les fait glisser dans les tonnes d'extraction qui les attendent dans le puits, sur une saillie disposée pour cet effet : l'extraction en va beaucoup plus vîte. Extraction des déblais.

Quant aux minerais, ils sont déposés, par le roulage, dans des places d'assemblage où les tonnes d'extraction vont les chercher, aux différens niveaux des galeries d'alongement. L'extraction la plus considérable a lieu par le puits a b c et par le puits d. Dans ces deux puits, elle est continuellement en activité par reprises de travail ou *postes*, dont chacun est de huit heures. Dans le puits f, on n'extrait que pendant la reprise du matin; et par le puits e, que rarement. Extraction des minerais.

Le tableau suivant donnera une idée de la quantité de matières qui peut être extraite au jour, en un poste de huit heures, dit *schicht*, par chacun des puits où l'extraction s'opère à-la-fois. Ce tableau suppose que rien ne suspende l'activité de l'extraction; ce qui est rare, vu la nécessité de faire parvenir des matériaux dans l'intérieur, et quelques autres causes inévitables d'interruption. Quantité d'extraction.

Nous distinguerons ici par un P, ce qui provient des *places d'assemblage* de minerais, et par R, ce qui provient des *réceptacles de déblais*.

Ainsi, par exemple, nous lisons sur ce tableau, en le comparant avec la pl. 14, *fig. 7* et *8*, qu'en huit heures on extrait par le puits d, soit 45 tonnes de déblais, de la profondeur de 42 toises, qui correspond à la galerie dite *Thelesberg*, soit 27 tonnes de déblais, de la profondeur

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

de 125 toises, qui correspond à la quatrième galerie d'alongement, soit enfin 20 tonnes de minerais de la profondeur de 138 toises, qui correspond à la cinquième galerie. En même temps qu'il sort, par le puits d, l'une des quantités indiquées dans la colonne qui s'y rapporte, on obtient, par chacun des puits a et f, l'une des quantités P, R mentionnées dans la colonne correspondante; tout autre arrangement proportionnel à ces données, peut avoir lieu au sujet de l'extraction par ces trois puits. Quant à la quantité qu'on peut extraire par le puits e, elle ne diffère pas, pour une même profondeur, de celle qui est indiquée au sujet du puits a. (*Voyez* l'ouvrage déjà cité de M. Mohs, pag. 313.)

TABLEAU concernant l'extraction, à diverses profondeurs, par les divers puits de la Mine, en 8 heures de travail.

PROFONDEUR D'OÙ S'OPÈRE L'EXTRACTION. (*Voyez* pl. 13 et 14, *fig.* 7 et 8.)	AVEC UNE ROUE HYDRAULIQUE, Par le puits a b c, dit *Frankenschacht*, Tonnes de 18 pieds cubes.	AVEC UNE ROUE HYDRAULIQUE, Par le puits d, dit *Vertrau*. Tonnes de 18 pieds cubes.	AVEC DES CHEVAUX, Par le puits f, dit *Grünrosener*. Tonnes de 18 pieds cubes.
Galerie dite *Brandstollen*	.....	.....	P ..... 32.
—— *Thelesbergerstollen*	.....	R ..... 45.	— ..... 30.
1.re galerie d'alongement	P ..... 30.	— ..... 40.	— ..... 27.
2.e ..... *idem*	— ..... 30.	— ..... 35.	— ..... 27.
3.e ..... *idem*	R ..... 40.	— ..... 32.	— ..... 27.
3.e ½ .... *idem*	.....	— ..... 28.	— ..... 24.
4.e ..... *idem*	— ..... 36.	— ..... 27.	— ..... 22.
5.e ..... *idem*	— ..... 30.	P ..... 20.	
6.e ..... *idem*	— ..... 24.		
7.e ..... *idem*	— ..... 21.		

Les figures des pl. 13 et 14 indiquent de quelles parties de l'exploitation proviennent les trois sortes de minerais qui sont désignées sur la légende de la pl. 13, d'après l'usage saxon, par les dénominations de minerai pauvre *[geringe-erze]*, minerai médiocre *[mittelerz]*, minerai de bonne qualité *[gute-erze, scheiderz]*. Il nous suffira de remarquer ce qui suit:

1.° Le minerai *pauvre* est celui qui contient au quintal, poids de Saxe, depuis $\frac{1}{4}$ jusqu'à $\frac{1}{2}$ once d'argent, et qu'on amène, par le lavage en *schlich*, à contenir de 1 à 3 onces d'argent au quintal. *Freyberg.* Pl. 13 et 14.

2.° Le minerai *moyen* est celui qu'on peut amener, par le lavage, à contenir jusqu'à 5 onces d'argent au quintal.

3.° Les minerais de *bonne qualité* se subdivisent en cinq classes de schlichs pulvérisés à sec; les moindres tiennent de 2 $\frac{1}{2}$ à 3 onces d'argent au quintal; les meilleurs contiennent plusieurs marcs d'argent par quintal. Après leur mélange, ces schlichs contiennent, en général, 6 à 10 onces d'argent et 8 à 9 livres de plomb par quintal, avec un peu de cuivre.

Le roulage des matières parvenues au jour s'opère d'une manière analogue à ce que nous avons vu concernant le roulage à l'intérieur. On emploie des brouettes pour transporter les minerais vers les laveries et bocards, et des *chiens*, dont chacun contient une *tonne*, pour jeter sur les haldes les déblais inutiles. Roulage extérieur.

Revenons au puits a b c, pour y considérer l'épuisement des eaux. Là, trois roues hydrauliques sont disposées dans l'intérieur du terrain, au dessus de la galerie d'écoulement dite *Thelesbergerstollen*, chacune dans sa cage particulière, et à un niveau différent. L'une d'elles est la roue d'extraction dont il a déjà été question ci-dessus; les deux autres sont les roues d'épuisement, dont chacune a 42 pieds de diamètre, 23 pouces de large d'une couronne à l'autre, 14 pouces de hauteur de couronne et 108 augets. Épuisement des eaux.

L'une des roues d'épuisement est située à 36 pieds au sud du puits a b c, et à 6 pieds au-dessus du faîte de la galerie *Thelesberg*; c'est celle qui occupe le niveau inférieur; l'autre est située à 36 pieds au nord du même puits. La roue d'extraction tient le milieu entre les deux, tant pour la distance horizontale que pour la différence de niveau; ainsi les eaux motrices tombent d'abord sur la roue d'épuisement *du nord*, de là sur la roue d'extraction, puis enfin sur la roue d'épuisement *du sud*. *Roue du midi; Roue du nord.*

Les cages des roues d'épuisement ont chacune 46 pieds de haut et 44 de long, sur une largeur qui est de 10 pieds au milieu et de 6 aux extrémités; elles sont pratiquées dans le roc et soutenues par des arceaux Cages des roues.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

de maçonnerie. La cage de la roue d'extraction est muraillée en voûte elliptique, et supportée par des arceaux de maçonnerie. Dans le puits a b c, il existe trois compartimens dont celui du milieu est destiné à l'extraction, tandis que les deux compartimens extrêmes renferment les attirails d'épuisement : bornons-nous désormais à ces derniers.

Machines d'épuisement.

Les deux machines d'épuisement sont en tout semblables l'une à l'autre ; mais elles n'épuisent pas à la même profondeur.

A la manivelle de la *roue du sud*, sont suspendues les tiges de 24 répétitions de pompes aspirantes ordinaires, qui sont situées l'une au-dessous de l'autre, dans le compartiment correspondant du puits. Les 20 premières répétitions, à compter de la première galerie d'alongement, sont composées chacune de deux corps de pompe, et les 4 suivantes chacune d'un seul corps : ainsi, à cette roue correspondent 44 corps de pompe.

Depuis la première jusqu'à la troisième galerie d'alongement, le diamètre des pistons est de 12 pouces, avec des tuyaux aspirateurs qui n'ont pas tout-à fait 4 pouces de diamètre. Depuis la troisième jusqu'à la cinquième galerie d'alongement, le diamètre des pistons est de 11 pouces ; et de là jusqu'à la septième, il est de 9 pouces, avec des tuyaux aspirateurs de 3 pouces de diamètre. (*Voyez* des dispositions analogues, pl. 11, *fig. 1, 2, 3*, et pl. 33, *fig. 2.*)

A la roue du nord correspondent huit répétitions de pompes, situées l'une au-dessous de l'autre, depuis la galerie d'écoulement jusqu'à la seconde galerie d'alongement. Chacune de ces répétitions est composée de deux corps de pompe, dont les pistons ont 14 pouces de diamètre, et les tuyaux aspirateurs un peu moins de 5 pouces : la levée des pistons est de 3 pieds. Du reste, l'assemblage et le jeu de ces machines diffèrent peu des exemples que nous présentons ailleurs.

Il seroit superflu de les décrire ici avec plus de détails. Nous remarquerons seulement qu'un grand nombre des corps de pompe dont il vient d'être question, ne sont pas habituellement en activité, et que les tiges de leurs pistons ne sont attachées qu'en cas de nécessité au tirant principal d'épuisement, qui leur transmet le mouvement imprimé par la roue hydraulique.

Ordinairement la *roue du sud* ne fait jouer que 23 tiges de pompes, sur les 44 qui sont indiquées ci-dessus; et dans un même niveau de répétition, il n'y a qu'un côté du tirant principal, auquel soit attachée une tige, tandis qu'au niveau immédiatement inférieur, une seule tige est attachée à l'autre côté de ce même tirant : de là une alternation qui maintient l'équilibre de la machine. Les 23 corps de pompe dont il vient d'être question, font continuellement le service jusqu'à la septième galerie d'alongement; les 21 autres sont toujours prêts, soit à remplacer ceux qui peuvent avoir besoin de réparation, soit à augmenter, en cas d'urgence, les moyens ordinaires d'épuisement : il suffit, pour employer un de ces corps de pompe, d'attacher la tige de son piston au tirant principal.

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

Activité des pompes.

Dans la *machine du nord*, les tiges des pompes en activité sont attachées au tirant, deux à deux, depuis la galerie d'écoulement jusqu'à la première galerie d'alongement; de celle-ci jusqu'à la seconde, elles ne sont attachées qu'une à une : ainsi, il y a continuellement en activité quatre répétitions de pompe simples, c'est-à-dire, quatre corps de pompe, l'un au-dessus de l'autre, depuis la seconde galerie d'alongement jusqu'à la première, et quatre répétitions de pompe doubles, c'est-à-dire, huit corps de pompe, disposés deux à deux, depuis la première galerie d'alongement jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement. Ce sont ces 8 pompes qui font parvenir dans cette dernière galerie les eaux de toute la mine. On voit que, sur les 16 pompes qui correspondent à la roue hydraulique du nord, il en reste ordinairement 4 en repos, qui sont toujours prêtes pour les cas de réparation ou d'affluence extraordinaire.

Au fond du puits d'épuisement a b c, il suffit, pour le tenir à sec, d'employer un petit corps de pompe de 7 pouces de diamètre, que l'on place au-dessous de la septième galerie d'alongement, afin d'élever jusqu'au niveau de son sol les eaux du foncement c; on n'a même besoin de faire jouer cette pompe additionnelle qu'une heure par jour.

Affluence des eaux souterraines.

Ce n'est qu'au niveau de la cinquième galerie d'alongement, que l'affluence des eaux commence à devenir considérable, quoiqu'en général la mine de Himmelsfürst n'ait pas beaucoup à souffrir de cet obstacle. Dans cette cinquième galerie se réunissent les eaux qui viennent de la

Freyberg, Pl. 13 et 14.

partie méridionale des filons n.os 1.°, 2.°, 3.°, 6.°, 7.°, et de tous ceux qui les traversent, parce qu'elle est en communication avec tous.

Le filon n.° 1.°, et après lui le filon n.° 3.°, sont ceux qui occasionnent la plus grande affluence d'eau. Tous les autres filons indiqués ci-dessus sont, presque sans exception, des filons très-secs; il en est de même du filon n.° 5.°, du moins dans la profondeur où il est connu jusqu'à présent.

Au niveau de la seconde galerie d'alongement, l'affluence des eaux augmente considérablement, tant parce que le filon n.° 1.° en fournit beaucoup dans sa partie septentrionale, que parce que ses travaux sont en communication avec ceux du filon n.° 4.°, qui en transmet une grande quantité. En général, la partie méridionale de l'exploitation fournit beaucoup moins d'eau que la partie septentrionale, parce que, dans celle-ci, les travaux du filon n.° 1.° s'étendent au loin dans un espace non exploité, qui renferme un grand nombre de filons traversés par divers percemens souterrains.

En été, par un temps de sécheresse, toute la mine de Himmelsfürst ne fournit à ses deux machines d'épuisement qu'environ 21840 pieds cubes d'eau par vingt-quatre heures, ce qui fait par minute 15 pieds cubes $\frac{1}{10}$. Or, la roue de la machine d'épuisement qui verse le tout sur la galerie d'écoulement, c'est-à-dire, la roue du nord, fait communément une révolution en 17 secondes; ainsi, pendant chaque révolution de cette roue, l'affluence moyenne des eaux souterraines n'est que d'environ 4 pieds cubes et $\frac{1}{4}$: telle est la quantité qu'il faut que la roue du nord fasse parvenir dans la galerie *Thelesberg*, pour chacune de ses révolutions. Mais il résulte des dimensions déjà rapportées, que, pendant ce même temps, les deux corps de pompe qui dégorgent au niveau de cette galerie, sont capables d'y verser un peu plus de 6 pieds cubes d'eau. Ces détails suffiront pour faire voir que non-seulement l'épuisement des eaux habituelles est assuré, mais même qu'il est pourvu sagement aux cas d'épuisement extraordinaire.

Eaux motrices.

Il nous reste à dire quelques mots des eaux motrices qui assurent le service des machines, tant pour l'extraction et l'épuisement, que

dans les laveries et bocards attenant à l'exploitation. Ces derniers ateliers, dont il sera question ailleurs, renferment 6 roues hydrauliques. La mine de Himmelsfürst est assurée de 800 pieds cubes d'eaux motrices par minute; c'est ce qu'on appelle en Saxe huit *roues d'eau.* Ces eaux proviennent de l'étang dit *Hartmans-dorfer teich,* dont la situation est indiquée sur notre carte du Erzgebirge. (*Voyez* pl. 3.) La mine possède en outre deux étangs au-dessus de Langenau, auprès de la vallée dite *Striglitzthal.*

Freyberg, Pl. 13 et 14.

Les eaux motrices qu'emploie tout l'ensemble de l'exploitation, passent successivement sur ses 10 roues hydrauliques, en huit chutes; et il existe par-tout des dispositions telles, que si l'exploitation de Himmelsfürst n'a pas besoin des eaux pendant un certain espace de temps, elle peut les laisser couler, en tout ou en partie, vers les mines qui les emploient après elle.

C'est dans la galerie d'écoulement dite *Thelesberger stollen,* que les eaux motrices terminent leur service pour la mine de Himmelsfürst: là, elles se réunissent aux eaux souterraines qui sont élevées par les pompes, et elles se rendent, par la portion de la galerie d'écoulement qui correspond au filon n.° 1.°, dans la portion de cette même galerie qui existe sur le filon dit *Neuglückspath.* (Voyez *g g, fig. 1,* pl. 13.) De là les eaux coulent à l'est, vers la mine dite *Junge Himmelsfürst* (*voy.* n), mine ouverte sur le filon *d d,* que l'on désigne par les deux noms rappelés ci-dessus, *fig. 1* et pag. 228; ensuite leur cours se dirige vers plusieurs autres mines, jusqu'à une exploitation dite *Sonnenwirbel.* Ici, une partie des eaux, après avoir encore donné le mouvement à un grand nombre de machines, tombe de la galerie d'écoulement dite *Thelesberger stollen* dans la galerie dite *Fürstenstollen.* (*Voyez* ci-dessus, et la carte pl. 3.) Descendue à ce niveau, cette même partie des eaux parcourt encore plusieurs districts de mines, et va, auprès de l'usine d'amalgamation, se jeter dans la Mulde. (*Voyez* l'orifice de la galerie dite *Fürstenstollen,* sur la carte pl. 3, près *Halsbrücke,* en *c.*) Une autre partie des eaux motrices va, depuis la mine dite *Sonnenwirbel,* se rendre à l'orifice de la galerie dite *Thelesberger stollen,* d'où

Freyberg, Pl. 13 et 14.

elle sort pour grossir le ruisseau de Striglitz, et elle se porte, avec lui, jusqu'à Braunsdorf, pour y mettre en mouvement plusieurs roues hydrauliques, relatives au service des mines et au service d'un moulin; puis enfin elle va se jeter, à Rosswein, dans la Mulde.

Que cet aperçu nous suffise, concernant l'économie si importante des eaux motrices, qui doit nous occuper ailleurs (pl. 31 et 32).

Airage.

La circulation de l'air ne présente que rarement quelques difficultés dans la mine de *Himmelsfürst*, vu le grand nombre de puits et de galeries qui s'y trouvent. Quelquefois les tailles de recherche sont poussées jusqu'à une distance de 200 à 250 toises, sans qu'il soit besoin de puits d'airage. Si les recherches d'une semblable taille sont heureuses, ou si l'airage l'exige, on fonce, de distance en distance, de petits puits de communication, ainsi que nous l'avons déjà vu. Quelquefois aussi, pour faciliter la circulation de l'air, on sépare une galerie d'alongement en deux parties, au moyen d'un plancher, ou bien on dispose quelques portes d'airage, qui déterminent l'affluence de l'air frais vers la taille en activité. Dans quelques cas assez rares, on a été obligé, pour se dispenser de foncer un petit puits de communication dans un milieu stérile, d'avoir recours au ventilateur aspirant qui est connu sous le nom de *ventilateur du Hartz*. (*Voyez* pl. 34, *fig.* 12.)

Résumé général.

La mine de Himmelsfürst est redevable de grands avantages au perfectionnement de ses machines, à l'activité et à la sagesse de ses recherches, à la disposition régulière des ouvrages souterrains, à l'emploi du muraillement qui remplace presque par-tout le boisage, et sur-tout à l'ordre constant qui règne dans chacune des parties du travail; mais ces avantages ne seroient encore qu'incertains, si le même ordre, qui est l'ame de tout travail en grand, ne dirigeoit la préparation mécanique des minerais apportés au jour par les machines d'extraction.

Ici commence un nouvel enchaînement d'opérations délicates, qu'il n'entre pas dans notre plan de considérer avec détail en ce moment, la préparation mécanique devant nous occuper plus tard, d'après d'autres exemples. (*Voyez* pl. 45, 46 et 47.)

Les divers travaux de la mine de Himmelsfürst occupent habituellement le nombre d'hommes ci-après: *FREYBERG, Pl. 13 et 14.*

Ouvriers employés.

18	chefs d'atelier *[steiger]*;
52	charpentiers et maçons;
337	mineurs pour l'entaillement;
116	ouvriers pour le roulage et l'extraction;
107	ouvriers pour la préparation mécanique;
3	ouvriers pour le service des pompes;
21	forgerons;
2	gardiens;
1	écrivain.
TOTAL 657	hommes.

Les travaux d'une concession accessoire, dite *Weisse schwan*, occupent en outre 33 personnes.

Dépenses.

On peut calculer que les dépenses d'un trimestre sont telles qu'il suit, d'après un exemple tiré du service de 1802 (trimestre dit *Reminiscere*). Notre objet n'étant que d'offrir un résumé général, nous renvoyons, pour les détails de cette comptabilité, à l'ouvrage cité de M. Mohs, pag. 449. (*Voyez* aussi l'ouvrage de M. Daubuisson, intitulé, *des Mines de Freyberg*, tom. II, pag. 80, et tom. III.)

COMPTE GÉNÉRAL du trimestre dit Reminiscere 1802.

1.° FRAIS DE MAIN-D'ŒUVRE.

	rthlr.	gr.	pf.
Pour l'entaillement, y compris surveillance et salaires fixes.	5586.	7.	5.
Roulage et extraction	1384.	21.	5.
Préparation mécanique	914.	21.	8.
Charpentiers	631.	16.	4.
Maçons	217.	4.	10.
Service des pompes	60.	9.	"
Tâches accessoires	132.	18.	11.
Forgerons	369.	21.	"

2.° OBJETS DE CONSOMMATION.

Fer pour les outils	43.	3.	"
Acier	513.	8.	"
Cuivre	24.	"	"
A reporter	9878.	11.	7.

Freyberg, Pl. 13 et 14.

	rthlr.	gr.	pf.
Report	9878.	11.	7.
Poudre	875.	"	"
Bois	822.	6.	6.
Matériaux pour l'extraction, cables, corbeilles, &c.	142.	2.	3.
Matériaux pour les pompes, cuir, graisse	191.	22.	"
Matériaux pour la préparation mécanique	72.	7.	1.
Clous, scies et ferrures	324.	18.	7.
Échelles, chaux et houille pour le chauffage	228.	2.	6.
3.° FRAIS DIVERS.			
Redevance au souverain pour la galerie d'écoulement	1255.	2.	6.
Entretien de bâtimens, gratifications et secours, &c.	1029.	15.	8.
Frais de transport	529.	19.	1.
Frais généraux, droits, écritures	1809.	22.	9.
DÉPENSE totale du trimestre	17159.	10.	6.

Produits de la mine.

Grâces aux sages dispositions que nous venons de considérer, la mine de Himmelsfürst se trouve depuis long-temps assurée d'un produit qui varie très-peu d'une année à l'autre, et même d'un trimestre au suivant.

D'après les registres de 1800, 1801 et 1802, on peut admettre que, chaque année, cette mine fournit aux usines à-peu-près 12710 quintaux de minerai préparé, contenant 10450 marcs d'argent, et valant 88600 rthlr.

En considérant par trimestre la livraison de minerai préparé, on voit que, dans les années indiquées ci-dessus, elle n'a varié que de 2903 à 3552 quintaux, et que, communément, elle a été un terme moyen entre ces deux nombres.

Dans le premier trimestre de l'année des mines 1802, les minerais fournis par la mine de Himmelsfürst provenoient des divers filons dans les proportions suivantes, savoir :

Du filon n.° 3.° ...	685 qtx.	8 liv.	tenant d'argent	587 mar.	1 onc.	$\frac{1}{2}$.
6.° ...	799 $\frac{3}{4}$.	2 $\frac{1}{4}$.		452.	2.	
7.° ...	1800 $\frac{5}{8}$.	3.		1421.	5.	
2.° ...	267 $\frac{1}{8}$.	"		177.	7	$\frac{1}{2}$.
TOTAL	3552.	13 $\frac{1}{4}$.		2639.	"	

Et valant 23257 rthlr. 17 gros.

A la même époque, la mine avoit en caisse, comme réserve, partie en argent comptant, partie en bonnes créances, une somme de	71375 rthlr.	15 gr.	2 pf.
La recette du trimestre, d'après le produit en minerai ci-dessus, fut, en argent comptant.....	22616.	12.	2.
TOTAL.....	93992.	3.	4.
La dépense à soustraire, d'après le résumé ci-dessus, fut de.....	17159.	10.	6.
IL RESTA.....	76832.	16.	10.
Le produit net distribué aux actionnaires, pour le même trimestre, fut de.....	5461.	8.	»
IL RESTA.....	71371.	8.	10.

FREYBERG, Pl. 13 et 14.

Cette somme, à-peu-près égale au fonds de réserve qui existoit au commencement du trimestre, resta en caisse pour les trimestres suivans. C'est ainsi que se maintient la valeur des *actions*, et que celles-ci, au lieu de n'être que des billets de loterie, comme il arrive quand l'exploitation est livrée au caprice d'hommes avides ou peu éclairés, donnent pendant long-temps des produits à-peu-près constans, qui les transforment, autant que la nature des choses le permet, en des propriétés permanentes; c'est ainsi que les mines durent et prospèrent pendant plusieurs siècles, sans que les particuliers et l'État aient à redouter la ruine subite de ces importantes entreprises. Au reste, nous avons déjà développé ailleurs ces principes fondamentaux de toute bonne exploitation, par d'autres exemples tirés d'autres pays où le même système d'administration est depuis long-temps en vigueur avec le même succès. (*Voyez* tome I de la *Richesse minérale*, pag. 85 et autres.)

Résultats de l'exploitation.

Filon dit de la nouvelle Mine, *à Poullaouen, département du Finistère.*

Après avoir considéré, dans les exemples précédens (pl. 2 et 3, 4 à 8, 13 et 14), plusieurs des principales exploitations de filons métallifères qui existent en Allemagne, les mineurs jetteront volontiers un coup-d'œil sur la mine la plus importante que la France possède en ce genre. Tel est l'objet des *fig. 1* à *4*, relatives à l'exploitation de Poullaouen, département du Finistère. (*Voyez* pl. 14.)

POULLAOUEN, Pl. 14.

Poullaouen, Pl. 14.

Cette mine de plomb argentifère, dont il a été fait mention dans le tôm. I de cet ouvrage (pag. 413), est située à 3 myriamètres au sud-sud-est de Morlaix en Bretagne. On ne l'exploite que depuis le commencement du XVIII.e siècle.

Fig. 1 à 4, pl. 14.

Les *fig. 1* à *4* présentent quatre coupes verticales, prises à différentes distances, l'une derrière l'autre, et perpendiculairement à la direction du filon; elles sont le résultat des observations de feu M. Blavon-Duchesne, qui a long-temps dirigé cette exploitation avec habileté.

Sur ces 4 figures, les lignes horizontales a b, e f, l m, n o, indiquent un même niveau; c'est celui du point le plus élevé des travaux extérieurs; il correspond au sommet de la halde d'un puits nommé *puits de l'Abbé;* les lignes c d, g h, i k, p q, indiquent la surface du terrain.

Chacune des figures est divisée en carrés qui sont numérotés, dans le sens horizontal et dans le sens vertical, depuis *1* jusqu'à *8, 9* et *10*. Il en résulte un moyen facile de raccorder les quatre figures entre elles. Qu'on se représente la *fig. 2* comme placée verticalement derrière la *fig. 1*, à une distance de 20 mètres, mesurée sur l'échelle; puis, la *fig. 3*, à 50 mètres derrière la *fig. 2;* et enfin, la *fig. 4*, à 63 mètres derrière la *fig. 3;* qu'on établisse de plus la correspondance des carrés affectés d'un même numéro, tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical: alors, on aura devant les yeux l'image d'une portion considérable du filon qui est indiqué par les lettres *a, b, c* jusqu'à *m, o, p, q*, sur l'ensemble des 4 figures.

Direction du filon.

Si l'on considère, sur toute son étendue, le gîte de minerais dit filon de la *nouvelle mine* à Poullaouen, il se dirige, dans la région du sud, sur 9 heures $\frac{3}{8}$ de la boussole du mineur, suivant une longueur d'environ 200 mètres; ensuite, sa direction, dans la région du nord, est sur 11 heures $\frac{5}{8}$, suivant une longueur d'environ 600 mètres. Son inclinaison générale est d'abord vers le nord-est, ensuite vers l'est.

Les *fig. 1* à *4* n'ont rapport qu'à la portion de ce filon qui se trouve comprise dans la région du nord, au sortir de celle du sud, entre les deux principaux puits d'exploitation *n n* et *k k*, nommés, le premier, *puits Saint-George*, et le second, *puits Sainte-Barbe*. C'est dans cet espace qu'a lieu principalement l'exploitation du gîte de minerais.

POULLAOUEN, Pl. 14.

Roches, gangues et minerais.

La roche qui renferme le filon est un schiste argileux primitif, dans lequel on rencontre des bancs subordonnés de quartz et de trapp [*grünstein*]. Ce schiste argileux passe, à ce qu'il paroît, au schiste talqueux.

La direction de ces roches environnantes est, en général, de l'est à l'ouest, et l'inclinaison vers le nord; elles sont coupées par le filon, sous un angle de 57 degrés, d'après les calculs de M. l'ingénieur en chef Daubuisson.

Suivant le même observateur, la gangue du filon est un mélange de schiste et de quartz, dans lequel le plomb sulfuré se trouve répandu, mais de telle manière que ce minerai, quelquefois accompagné de zinc sulfuré et de fer pyriteux, abonde sur-tout dans le schiste.

Puissance et accidens du filon.

La puissance du filon varie depuis quelques décimètres jusqu'à deux mètres; il n'offre du minerai que dans quelques-unes de ses parties plus ou moins étendues, auxquelles font suite des espaces absolument stériles. Il se ramifie et subit diverses variations d'allure, qu'indiquent suffisamment les *fig.* 1 à 4, d'après la représentation géométrique de la mine.

Travaux souterrains.

Un coup-d'œil comparatif sur ces figures, et sur les exploitations de filons que nous avons déjà considérées (pl. 4 à 8, 13 et 14), suffira pour faire reconnoître aux mineurs que le filon de la nouvelle mine, à Poullaouen, est exploité par un ouvrage en gradins, au moyen de galeries d'alongement pratiquées dans le gîte de minerais, aux niveaux successifs qu'indiquent les figures (sous les lettres *a, b, c... m, o, p, q*), d'une manière analogue à ce que nous avons déjà vu ailleurs.

(*Voyez*, pour de plus amples détails, les mémoires de M. Daubuisson, insérés dans le *Journal des mines*, n.° 119 et suivans.)

CHAPITRE II.

EXPLOITATION PAR GRADINS DROITS.

EXPLICATION DES PLANCHES 15 ET 16.

Filons d'Andreasberg au Hartz; Mines d'argent et plomb.

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Situation géographique. *Voyez* Pl. 2.

NOTRE carte générale du Hartz, pl. 2, fait voir comment les filons métallifères qu'on exploite auprès de la ville d'Andreasberg, depuis l'année 1520, sont situés par rapport à cette ville, qui leur doit l'existence. On peut lire sur la carte, au moyen de l'explication qui l'accompagne, que la ville d'Andreasberg est elle-même située à 612 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique, à 514 mètres au-dessous du sommet du Brocken, qui est la montagne la plus élevée du Hartz, et que, parmi les mines, les unes sont ouvertes au-dessus, les autres au-dessous du niveau de la ville: on y distingue les diverses directions des filons dont l'exploitation a lieu dans deux arrondissemens de mines, situés l'un au nord-ouest, l'autre au sud-est d'Andreasberg; on y voit que ces filons sont renfermés dans un terrain primitif dont la roche dominante est le schiste argileux; que la surface du sol, sur une étendue peu considérable, présente de grandes différences de niveau; qu'on a profité de cette heureuse circonstance pour pratiquer, à différentes époques et à différens niveaux, deux principales galeries d'écoulement, dont chacune a son orifice situé vers le sud-ouest par rapport à Andreasberg, et dont la plus longue, qui est en même temps la plus récente et la plus profonde, atteint les filons de l'arrondissement du nord, à une profondeur d'environ 229 mètres au-dessous de la surface du sol, tandis que la profondeur à laquelle est parvenue l'exploitation de ces mêmes filons, excède 460 mètres. On peut aussi reconnoître, sur la carte du Hartz, la situation, le nom et la profondeur de chacune des

principales mines auxquelles la ville d'Andreasberg doit la célébrité dont elle jouit parmi les naturalistes. Enfin, la même carte indique les belles constructions hydrauliques qui fournissent les eaux motrices aux machines établies sur les mines d'Andreasberg, c'est-à-dire, le grand étang dit *Oderteich* et le canal dit *Rehberger-graben*, dont nous avons déjà fait mention dans le tom. I.er de cet ouvrage, pag. 70 et 71. (*Voyez aussi*, dans la Division économique, pag. 57 et 75; les tableaux qui s'y trouvent après la pag. 102, offrent les détails relatifs à l'histoire et à l'économie des mines d'Andreasberg.)

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Si, après avoir jeté un premier coup-d'œil sur les mines d'Andreasberg, nous les comparons un instant avec celles des environs de Clausthal et de Zellerfeld, au sujet desquelles notre carte du Hartz présente les mêmes indications, nous remarquerons, à la vérité, quelque analogie entre les unes et les autres, quant à la direction générale des filons, qui s'étend du sud-est vers le nord-ouest; mais nous reconnoîtrons bientôt, entre ces deux gîtes de minerais également renommés, des différences importantes, dont une partie seulement étoit susceptible d'être exprimée sur la carte; les autres exigent quelques détails dans lesquels nous allons entrer, avant d'examiner l'exploitation des mines d'Andreasberg.

Coup-d'œil comparatif sur les filons du Hartz.

Les filons des environs d'Andreasberg n'offrent pas, à beaucoup près, cette continuité, cette étendue de plusieurs lieues, que l'on observe dans ceux des environs de Clausthal et de Zellerfeld. Ceux-ci suivent assez constamment une direction parallèle aux principales vallées, tandis que ceux d'Andreasberg traversent, en général, les vallées et les montagnes en plusieurs sens divers.

Les filons de Clausthal et de Zellerfeld présentent une puissance considérable qui varie de 5 à 10 toises; les roches qui les renferment sont la *grauwacke* et le schiste argileux de transition. L'inclinaison de ces filons est assez régulièrement vers le sud-ouest: ceux d'Andreasberg n'ont qu'une puissance qui varie ordinairement de 10 à 30 pouces, et qui s'accroît quelquefois jusqu'au-delà de trois pieds, ou se réduit à un filet presque imperceptible.

Nous avons déjà remarqué, sur la carte du Hartz, que les filons d'Andreasberg sont renfermés dans un terrain primitif sur lequel on recon-

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

noît, vers le sud, la superposition des roches d'une époque postérieure; la direction générale de ces filons ne diffère pas très-sensiblement de celle des filons de Clausthal et de Zellerfeld; mais les premiers s'inclinent presque tous vers le nord-est ou le nord, et l'inclinaison d'un même filon est très-variable.

D'un autre côté, les substances minérales qui constituent les filons d'Andreasberg, diffèrent, à plusieurs égards, de celles que contiennent les filons de Clausthal et de Zellerfeld. Ceux-ci sont principalement des filons de plomb sulfuré, qui tient, au quintal, depuis une once d'argent jusqu'à quatre onces au plus : on n'y trouve, en minerai qui puisse mériter le nom de minerai d'argent par sa teneur, que le *fahlerz* ou cuivre gris, qui se présente dans l'arrondissement dit *Rosenhæfer-zug*, tantôt cristallisé, tantôt en masses peu étendues, dont la richesse s'élève de six à douze onces d'argent et à vingt livres de cuivre par quintal. Enfin, les gangues qui accompagnent le plus habituellement le minerai de plomb sulfuré, auprès de Clausthal, dans l'arrondissement de mines dit *Burgstædter-zug*, sont la chaux carbonatée, le quartz, les pyrites de fer et de cuivre, quelquefois le fer spathique ; et dans l'arrondissement dit *Rosenhæfer-zug*, les gangues les plus abondantes sont le fer spathique, la chaux carbonatée, le spath pesant, le quartz, les pyrites.

Dans les filons d'Andreasberg, on exploite plusieurs minerais d'argent proprement dits, et particulièrement l'argent antimonié sulfuré ou argent rouge, l'argent arsenical et l'argent antimonial. Ces minerais précieux, dont le quintal a donné jusqu'à cent trente-cinq marcs d'argent, s'y trouvent avec un plomb sulfuré ordinairement plus argentifère que celui des environs de Clausthal ; ils ont pour gangues principales, l'arsenic natif, la chaux carbonatée et le quartz, dont l'abondance varie dans les différens filons, ainsi que nous le verrons plus tard.

Différentes formations de filons.

Cette comparaison, que nous ne pousserons pas plus loin, afin de nous borner à notre objet principal, suffit pour faire voir que les filons d'Andreasberg et ceux de Clausthal sont deux dépôts très-distincts de substances minérales et qu'ils sont les résultats de différentes formations. On peut reconnoître, sur notre carte du Hartz (pl. 2), que la montagne

dite *Bruchberg*, dont la croupe s'étend vers le sud-ouest, entre ces deux dépôts ou systèmes de filons, les sépare entièrement l'un de l'autre.

ANDREASBERG. Pl. 15 et 16.

Quatre dépôts de minerais à Andreasberg.

Non-seulement il existe une différence très-prononcée entre l'ensemble des filons d'Andreasberg et l'ensemble des filons de Clausthal et Zellerfeld; mais encore, dans ceux d'Andreasberg, considérés seuls, on reconnoît quatre dépôts distincts de substances métallifères. Un coup-d'œil sur notre carte du Hartz indiquera la situation de chacun d'eux, relativement aux trois autres, d'après les noms des mines où ces différens dépôts sont exploités. Ainsi, nous verrons bientôt que les mines dites *Samson* et *Neufang* offrent deux dépôts de minerais, qui diffèrent l'un de l'autre à quelques égards; que les filons qu'on exploite dans la mine dite *Andreaskreutz*, constituent un troisième dépôt très-distinct; et enfin, que le filon sur lequel est ouverte la mine dite *Wenn's-glücke* diffère encore des trois dépôts précédens. Mais avant d'entrer dans plus de détails à cet égard, il est nécessaire de considérer un moment les pl. 15 et 16, à l'aide desquelles nous nous proposons de faire connoître les principales mines d'Andreasberg. Ces mines sont ouvertes sur les deux premiers dépôts indiqués ci-dessus.

Explication des *Fig. 1 à 5.*

Au moyen de la boussole que portent les *fig. 1* et *2* de la pl. 15, il sera facile de comparer la *fig. 1* avec la carte du Hartz (pl. 2), qui présente le nord en haut.

On remarquera de plus que l'échelle de la *fig. 1* (pl. 15) est à-peu-près vingt-sept fois aussi grande que celle de la carte. Ainsi, on reconnoîtra facilement les objets ci après indiqués, tant sur la *fig. 1* de la pl. 15 que sur la carte (pl. 2), qui ne pouvoit en offrir que l'esquisse. Nous distinguerons donc ce qui suit sur les figures de la pl. 15 :

Fig. 1, pl. 15.

n E f, direction du filon de *Neufang*, sur lequel la mine de ce nom est ouverte en D E, lieu de la jonction de ce filon avec le filon indiqué par V E;

V E, direction du filon de *Samson*, sur lequel la mine de ce nom est ouverte en A B, et qui est, en outre, exploité par plusieurs autres mines situées sur le prolongement de sa direction;

V M, direction d'un filon qui rencontre le précédent en V, et sur lequel la mine dite *Gnade-gottes* est ouverte en G H;

REASBERG. 15 et 16. VV', indication de la direction d'un filon dit *Wassertrumm*, qui se prolonge sous la partie orientale de la ville d'Andreasberg. (*Voyez* la carte générale, pl. 2.)

Pour éviter la confusion, nous n'avons représenté, par la *fig. 1*, que l'ensemble des travaux d'exploitation qui sont situés au-dessus de la principale galerie d'écoulement.

Fig. 2. La *fig. 2* fait voir, d'après la même échelle, l'ensemble des travaux situés au-dessous de cette même galerie, qui est distinguée, sur les deux figures ainsi que sur les suivantes, par une même teinte de carmin.

Fig. 3. La *fig. 3*, sur une échelle plus grande que les deux premières, présente la projection verticale des travaux d'exploitation qui existent dans le filon VE de *fig. 1*. Cette projection est faite sur un plan vertical, parallèle à la ligne de direction VE.

Fig. 4. La *fig. 4*, d'après la même échelle que la précédente, fait voir, sur une feuille accessoire (pl. 16), la projection verticale des travaux exécutés dans le filon VM de *fig. 1*. Cette projection est faite sur un plan vertical, parallèle à la ligne de direction VM.

Image exacte des mines. Ainsi, plaçant verticalement les deux feuilles (pl. 15 et 16) sur lesquelles se trouvent les *fig. 3* et *4*, puis ouvrant ces deux feuilles qui se tiennent, de manière qu'elles comprennent entre elles le même angle MVE qui se voit sur la *fig. 1*, on a devant les yeux l'image exacte des mines qui nous occupent, considérées parallèlement à la direction de leurs filons. C'est comme si, étant placé au nord-est de la ligne par laquelle notre carte du Hartz indique les mines de *Samson* et de *Neufang*, et regardant vers le sud-ouest, le spectateur avoit en face de lui le toit mis à découvert du filon de *Samson*, dont la carte indique l'inclinaison générale vers le nord-est; mais les filons n'étant pas tout-à-fait verticaux, il faut encore, pour compléter cette représentation, les considérer suivant leur inclinaison, qui est variable: tel est l'objet de la *fig. 5*, pl. 16.

Fig. 5. La *fig. 5* présente trois coupes verticales, faites parallèlement à la ligne a b de *fig. 1*, pl. 15. Chacune de ces coupes fait voir, dans sa véritable inclinaison, l'un des trois puits d'exploitation qui sont exprimés par les mêmes lettres sur les *fig. 1, 2, 3, 4, 5*; comme ces puits AC, DF, GK, suivent l'inclinaison des filons, il est facile de se représenter,

par la comparaison des figures, les trois nappes ondulées que forment, en plongeant dans le sein du terrain primitif, les trois filons n E f, V E et V M dont nous avons vu la direction générale sur la *fig. 1.* En même temps, les variations qu'éprouve la direction sont indiquées par le cours sinueux des galeries d'alongement qui ont été pratiquées dans le sein des filons. (*Voyez* particulièrement la galerie *4, fig. 1,* laquelle est enluminée en vert, et la galerie *7,* en couleur orange, *fig. 2.*) ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Nous indiquerons plus tard les accidens que ces filons éprouvent; remarquons seulement ce qui suit, dans les *fig. 3, 4, 5 :*

Les massifs de roche intacts ou stériles sont exprimés par des *hachures* inclinées de gauche à droite; les parties d'où l'on a enlevé du minerai, en remblayant les excavations à mesure que l'exploitation a eu lieu, sont indiquées par du *pointillé;* les endroits où l'on exploite du minerai sont marqués par des *hachures verticales.*

Les puits et les galeries d'exploitation seront faciles à reconnoître entre les différens massifs de roche, de minerai ou de remblai, chaque objet étant rappelé sur toutes les figures par les mêmes lettres, ou par les mêmes couleurs.

Nous avons déjà indiqué que plusieurs exploitations distinctes sont établies sur le filon V E *(fig. 1),* dit filon de *Samson :* mais ces exploitations, suivant l'excellente législation souterraine des Allemands, ne sont distinctes que quant aux intérêts privés des actionnaires de chacune d'elles; sous le point de vue de l'art, qui les dirige toutes pour l'intérêt public, elles ne forment qu'une seule et même exploitation dont les travaux se communiquent et sont coordonnés à un système général, conformément à la disposition naturelle des gîtes de minerais. Ainsi, sur le filon de *Samson,* qui est représenté par la *fig. 3,* il n'y a que la partie comprise entre deux plans verticaux, exprimés par les lignes verticales c d, e f, qui soit exploitée pour le compte des actionnaires de la mine de *Samson.* La portion du même filon qui se trouve à droite de c d, appartient à la mine de *Neufang,* qui exploite, en outre, le filon indiqué par n E f sur la *fig. 1 :* la portion comprise entre les lignes e f, g h, appartient à la mine dite *Gnade-gottes,* qui exploite, en Exploitations distinctes.

Andreasberg, Pl. 15 et 16.

outre, le filon de même nom qui est représenté par la *fig. 4*; enfin, la portion du filon de *Samson* qui est située à gauche de la verticale g h, sur la *fig. 3*, appartient à une quatrième mine ou entreprise dite *Abendræthe*, qui exploite, en outre, un filon de même nom situé derrière celui de *Samson*. La direction et l'exécution de ces travaux sont confiées à d'habiles officiers du souverain, et les droits des actionnaires sont assurés pour chaque mine, en même temps que leur ensemble prospère, comme nous l'avons expliqué dans le tom. I.er, pag. 72 et suivantes.

Principal dépôt de minerais. *Samson*.

Parmi les quatre dépôts distincts de minerais dont nous avons déjà fait mention, le principal est celui des filons de *Samson* et de *Gnadegottes*. (V E, V M, *fig. 1*, ou *fig. 3* et *fig. 4*.)

Nature des minerais.

Les substances métallifères que renferme ce premier dépôt, sont, le plomb sulfuré argentifère, l'arsenic natif, et l'argent antimonié sulfuré ou argent rouge. Ces minerais sont accompagnés quelquefois d'argent antimonial ou arsenical et de zinc sulfuré, très-rarement de fer pyriteux, d'argent natif, d'argent sulfuré, d'antimoine sulfuré capillaire, d'antimoine natif, de cuivre gris argentifère, de minerais de cobalt et de nikel.

Gangues.

Les principales gangues sont la chaux carbonatée et le quartz : la première est la plus abondante; tous les minéralogistes connoissent la variété et la beauté de ses formes cristallines. Quant au quartz, il est rarement cristallisé dans ces filons; il s'y rencontre d'autant plus fréquemment, que leur richesse devient moins considérable. Quelquefois, ces gangues sont accompagnées d'harmotome et de stilbite. On peut citer comme des raretés, dans ces filons, la chaux fluatée, la baryte sulfatée, la mésotype et la pharmacolithe.

Fréquence et disposition des substances.

La substance la plus fréquente de toutes, c'est la chaux carbonatée; après elle, c'est le plomb sulfuré et l'arsenic natif testacé, qui accompagne ordinairement l'argent rouge. Ces deux substances métallifères, ainsi que l'argent antimonial et l'argent arsenical qu'elles renferment quelquefois, se présentent stratifiées ensemble sous la forme d'ellipsoïdes plus ou moins volumineux, dont le grand axe est situé parallèlement à la direction du filon qui les recèle. Comme ces ellipsoïdes sont

distribués très-inégalement dans le corps du filon; et d'ailleurs fort inégaux entre eux, il en résulte des variations considérables de richesse dans un espace peu étendu. *ANDREASBERG*, Pl. 15 et 16.

Les points les plus riches en minerai, sur le filon VE, que représente la *fig. 3*, sont situés dans la mine de *Samson* (c d, e f), à la profondeur de 222 à 245 toises, c'est-à-dire, environ de 415 mètres et au-dessous.

La mine de *Neufang* est plus pauvre dans ses travaux profonds; la mine de *Gnade-gottes* l'est encore davantage, au-delà de la ligne e f, *fig. 3*; dans la mine dite *Abendrœthe*, au-delà de la ligne g h, l'argent rouge disparoît presque entièrement.

Il est remarquable que, dans ce même filon représenté par la *fig. 3*, la diminution de richesse des minerais suit constamment l'augmentation de puissance du gîte. Ainsi, par exemple, dans les parties les plus riches de la mine de *Samson* (*voyez* l'espace c d, e f, *fig. 3*), la puissance du filon n'est communément que d'un pied; au-delà de e f, la puissance est déjà plus considérable, et la richesse moindre; au-delà de g h, la puissance s'élève jusqu'à 3 ou 4 pieds, en même temps que les minerais riches sont devenus de plus en plus rares. On observe aussi que la dureté de la roche environnante, qui est en général considérable, s'accroît d'autant plus que la puissance devient moindre, et que, par conséquent, la richesse devient plus grande; il en résulte qu'ici la difficulté de l'excavation, loin d'effrayer le mineur, l'encourage au contraire à poursuivre ses travaux, dont elle lui promet le prix.

D'après la disposition des principales substances, dans les filons de ce premier dépôt, il paroît que la chaux carbonatée s'y est précipitée avant le quartz, et que le quartz s'y est déposé avant les gangues accidentelles, aussi bien qu'avant les minerais métallifères, parmi lesquels le plomb sulfuré paroît s'être précipité le premier, et l'argent rouge le dernier.

Le filon de *Neufang* (*voyez* n E f, *fig. 1*) n'est encore connu que dans quelques parties. On y a trouvé des minerais riches, en trois points situés au niveau des galeries indiquées, sur la *fig. 3*, par les chiffres *2*, *3*, *4*. Ce filon semble différer des précédens, en ce que le quartz s'y Second dépôt de minerais, *Neufang*.

Andreasberg, Pl. 15 et 16.

présente en plus grande abondance : ici le quartz est aussi fréquent que la chaux carbonatée, tandis que, dans les filons de *Samson* et de *Gnadegottes*, on rencontre communément quatre fois autant de chaux carbonatée que de quartz. Cette différence frappante nous porte à regarder le filon de *Neufang* comme le second des quatre dépôts distincts de minerais dont il a été question ci-dessus.

Troisième dépôt, *Andreaskreutz*.

Un troisième dépôt est celui qu'on exploite dans la mine dite *Andreaskreutz* (*voyez* la carte du Hartz), et dans la mine dite *Bergmanstrost*, qui n'est pas indiquée sur la carte, mais qui est ouverte sur le filon qu'on y voit s'étendre de l'est à l'ouest, le long de la limite septentrionale de la ville d'Andreasberg.

Dans les filons de ce dépôt, les substances métallifères sont principalement le plomb sulfuré, rarement l'arsenic natif et l'argent rouge, quelquefois le cuivre gris argentifère et le zinc sulfuré. Les gangues consistent en beaucoup de quartz et peu de chaux carbonatée ; on y trouve quelquefois de l'harmotome et de la stilbite.

Quatrième dépôt, *Clausfriedrich*.

Le quatrième dépôt de minerais est celui qu'on exploite dans les filons sur lesquels notre carte du Hartz indique l'emplacement des mines dites *Wenn's-glückt* et *Clausfriedrich*, vers l'est de la ville d'Andreasberg.

Les minerais métallifères sont principalement le plomb sulfuré, quelquefois le cuivre gris argentifère, le cuivre et le fer pyriteux, le fer oxidé rouge, le fer oxidé brun, très-rarement l'argent rouge. Les gangues sont le quartz et la chaux carbonatée.

Détails concernant les deux premiers dépôts.

Bornons-nous désormais aux deux premiers dépôts sur lesquels sont ouvertes les mines représentées par les *fig. 1* à *5* des pl. 15 et 16. La manière d'être de ces filons relativement à la roche environnante ou aux autres filons qu'ils rencontrent, et les accidens ou dérangemens qui résultent de ces deux causes, sont en général les mêmes dans les deux arrondissemens de mines, que la carte (pl. 2) indique auprès de la ville d'Andreasberg. Il nous suffira donc d'en considérer un seul.

Roches environnantes.

Les bancs du schiste argileux primitif, dans lequel sont interposés des bancs de schiste siliceux et d'une autre roche primitive que nous désignons par le nom de *hornfels*, d'après le savant professeur Hausmann, se dirigent en général entre 5 et 6 heures $\frac{1}{2}$ de la boussole du mineur,

et s'inclinent de 75 degrés vers le sud; ainsi, les divers filons coupent la roche sous un angle qui varie de 15 à 75 degrés, et qui est ordinairement de 45 degrés. (*Voyez* les intéressans Mémoires de M. Hausmann, publiés sous le titre de *Nord-Deutsche Beytraege*, Brunswick, 1807.)

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

La *fig. 1* indique cette direction générale des roches, par la ligne p q, et le sens de leur inclinaison, par la pointe d'une flèche.

On voit qu'ici le sens de l'inclinaison des filons est en général opposé au sens de l'inclinaison des roches environnantes. Ordinairement, dans le voisinage du filon, la roche n'a pas une direction et une inclinaison aussi constantes qu'à une certaine distance du gîte de minerais; quelquefois même le schiste argileux présente, sur un espace peu étendu, la même direction que le filon; la roche est alors en contact avec ce gîte de minerais, par des surfaces lisses, qu'on pourroit prendre pour des salebandes, si bientôt on ne voyoit le schiste se rétablir dans sa direction habituelle, et si d'ailleurs la masse d'un tel banc de schiste argileux n'étoit absolument de même nature que tous les autres bancs. En pareil cas, la roche resserre ordinairement le filon.

Accidens des filons.

Les mineurs d'Andreasberg indiquent cet accident par le nom de *geschiebe*, et ils le confondent quelquefois avec celui qui résulte de la rencontre d'un filon stérile; mais les resserremens dits *geschiebe* à Andreasberg, ne portent aucun des caractères propres aux filons. On en voit un exemple sur la *fig. 3*; il y est indiqué par les lignes J W et P Q. Dans l'espace compris entre ces deux lignes, la roche, changeant sa direction habituelle et son inclinaison qui est rappelée par la ligne r S, prend, aux environs de J W, la même direction et la même inclinaison que le filon; puis, au-delà de P Q, elle revient à sa première direction et à sa première inclinaison. Il en résulte que, dans l'espace J W P Q, les parois lisses de la roche présentent, en général, une *surface gauche*, qui est inclinée à sa partie supérieure suivant J W, et à sa partie inférieure suivant P Q, tandis que la partie antérieure de cette surface présente dans son ensemble l'image d'une énorme *gauffre penchée*, sur laquelle seroit appliqué le filon. On a souvent occasion d'observer, dans les filons d'Andreasberg, des fragmens considérables de la roche environnante; il n'est pas rare que des blocs, plus ou moins volumineux,

Resserremens dits *geschiebe*.

Andreasberg, Pl. 15 et 16.

divisent le filon, comme des coins interposés dans le sein du gîte de minerais. Ici la masse de la roche environnante ne subit aucune altération sensible à l'approche des filons. Ceux d'Andreasberg ont cela de commun avec ceux de Clausthal, qu'ils sont, pour ainsi dire, entrelacés dans la roche environnante, par une multitude de filets qui la pénètrent. Quelquefois, dans les parties les plus dures de la roche, on trouve disséminés non-seulement des minerais, mais même des gangues, quoique plus rarement. Quelquefois encore toute la masse de la montagne sembleroit être imprégnée de fer et de cuivre pyriteux, de fer oxidulé, de blende et de plomb sulfuré, en particules disséminées dans le schiste argileux, et dans le schiste siliceux qui alterne avec cette roche.

Croisemens des filons.

Les *croisemens* des divers filons sont exprimés sur notre carte du Hartz et sur la *fig. 1*, pl. 15. Il est remarquable que ces croisemens n'augmentent pas ici la richesse des gîtes de minerais, quoiqu'on ait observé ailleurs cet heureux effet; de plus, le *filon croiseur* conserve, à la vérité, sa direction première, et il poursuit sa route sans dérangement; mais il la poursuit sans minerais. C'est ainsi que le filon de *Samson* (V E) est traversé par le filon de *Gnade-gattes* (V M). Le filon de *Neufang* (n E f) et celui de *Samson* (V E) se réunissent suivant une ligne courbe dont on peut se faire une idée d'après les *fig. 1* à *5*; bientôt après cette réunion, les deux filons se ramifient et s'éparpillent.

Filons stériles dits *faule rüschel*.

Outre les filons métallifères que nous venons de considérer, il s'en rencontre ici de stériles qui méritent toute l'attention du mineur. Ces filons, que l'on désigne à Andreasberg sous le nom de *faule rüschel*, sont des fentes remplies d'un schiste argileux tendre, à feuillets minces et tordus. La roche s'y montre en état de décomposition, et passant à l'état d'argile molle. Ils offrent constamment une lisière nette d'argile, qui les sépare de la roche; bien différens, à cet égard, des *geschiebe* indiqués ci-dessus. Il est rare que les *rüschel* contiennent des gangues, et plus rare encore qu'on y rencontre quelques traces de minerai, si ce n'est du fer pyriteux, disséminé dans la matière qui les remplit. Les filons métallifères sont ordinairement barrés et supprimés par ces filons stériles, ce qui autorise à regarder ceux-ci comme d'une formation plus ancienne. Le principal filon de ce genre est exprimé sur le plan, *fig. 1*,

par N′ O′, et sur les coupes, *fig. 3* et *5*, par N O. C'est contre lui que vient se terminer le filon de Neufang n E f. Dès que celui-ci s'approche du filon stérile, sa richesse diminue, et bientôt il finit par se diviser en une infinité de ramifications où il ne se trouve plus que des gangues calcaires. *ANDREASBERG*, Pl. 15 et 16.

Il paroît que le filon VE est supprimé, d'une manière analogue, au-delà du point V *(fig. 1)*, par un autre filon stérile : en général, les filons riches ne s'éparpillent ici qu'à l'approche des filons stériles.

La division d'un filon en plusieurs branches considérables, qui est fréquente au sein de la *grauwacke*, dans les environs de Clausthal, ne se présente pas souvent à Andreasberg; cependant, le filon de *Gnade-gottes* (V M) se divise, dans les travaux supérieurs, en deux branches principales, qui, pendant quelque temps, courent parallèlement l'une à l'autre, et se réunissent dans la profondeur. Il est très-ordinaire que de petites veines métallifères se détachent d'un filon et se réunissent bientôt à lui, ou se terminent seules, ainsi qu'on peut en juger par les feuilles de retombe que porte la *fig. 3*. Chacune des feuilles de retombe *ab*, *cd*, *ef*, *gh*, étant rappelée par ces mêmes lettres sur les plans *fig. 1* ou *fig. 2*, il est facile de voir, par leur moyen, la position réelle des ouvrages qu'elles représentent; il suffit pour cela de les soulever sur la pl. 15, qui porte la *fig. 3*, de manière que chacune des feuilles de retombe fasse, avec cette feuille principale, l'angle qu'indiquent, sur les plans, les lignes affectées des mêmes lettres et de la même couleur. Division des filons en branches et veines.

Passons au système général d'exploitation; c'est ainsi que nous compléterons l'explication des pl. 15 et 16. Il est à peine besoin de rappeler que, dans les *fig. 3*, *4* et *5*, la surface du terrain est représentée par les lignes L A D pour *fig. 3*, L M pour *fig. 4*, D A G pour *fig. 5*. Cela posé, on a pratiqué, à différentes époques et à différens niveaux, des galeries d'écoulement qui sont désignées ainsi qu'il suit : Travaux souterrains. Galeries principales.

1. Ancienne galerie d'écoulement, dite *Tage stollen;* elle sert aujourd'hui d'entrée à la mine de Neufang, par son orifice *1*, situé vers le point C. (Voyez *fig. 1* et *3*.)

ANDREASBERG. Pl. 15 et 16.

2. Galerie d'écoulement, dite *Spoetter stollen*, commencée en 1536. Son orifice est situé dans la ville d'Andreasberg, au pied de la montagne dite *Keilberg*.

3. Galerie d'alongement, dite *Hund-strecke*.

4. Galerie d'écoulement, dite *Grünen-Hirscher-stollen*, commencée en 1691 : son orifice est indiqué sur notre carte du Hartz par la lettre *q*. (*Voyez* pl. 2.)

5. Galerie de recherche abandonnée, dite *Altes füllort*.

Épuisement des eaux.

6. Galerie d'écoulement dite *Sieberstollen*, commencée en 1716, et amenée jusqu'à la mine de Neufang, en 1754. Son orifice est indiqué, sur la carte du Hartz, par la lettre *p*. (*Voyez* pl. 2.) C'est jusqu'au niveau de cette galerie que les eaux sont élevées, du fond des mines, par le moyen de machines d'épuisement qui consistent en répétitions de pompes aspirantes et en roues hydrauliques, d'une manière analogue aux dispositions que présentent la pl. 11, *fig. 1, 2* et *3*, et la pl. 33, *fig. 2*. (*Voyez* aussi l'Économie des eaux motrices, pl. 31 et 32, et le tableau inséré dans le tom. I.er de cet ouvrage, pag. 102.)

Partage du gîte en massifs.

Dans la mine de *Neufang*, située à droite de la verticale c d (*fig. 3*), aussi bien que dans la mine de *Samson*, située à gauche de cette même ligne et dans la mine de *Gnade-gottes*, qui est représentée par la *fig. 4*, on voit, au-dessous des galeries d'écoulement *4* et *6*, un grand nombre de galeries d'alongement, dont chacune est pratiquée dans le filon correspondant, et suivant sa direction. Ces galeries sont distinguées par des numéros dans chaque mine; ainsi, dans les puits A B C et G H K, on compte pour la première galerie d'alongement *[erste strecke]*, celle qui est immédiatement au-dessous de la galerie d'écoulement *4*; et de cette manière, il y en a 26 dans le puits A, jusqu'au point le plus profond C.

Dans le puits D E F, on nomme première galerie d'alongement celle qui se présente au-dessous du point E et de la galerie d'écoulement *6*. Ces nombreuses galeries ont été pratiquées à partir des puits A C, D F, G K, à mesure que ceux-ci ont été approfondis sur les filons dont ils suivent l'inclinaison; c'est ainsi que le gîte de minerais a été partagé en massifs exploitables, comme l'indiquent suffisamment les *fig. 3, 4* et *5*.

Parmi les galeries d'alongement, remarquons seulement la suivante, qui met en communication les travaux de toutes les mines en entreprises distinctes, que représente la *fig. 3;* c'est: *ANDREASBERG*, Pl. 15 et 16.

7. La galerie d'alongement dite *sechszehnte strecke*, ce qui signifie seizième galerie, dans le puits AC, au-dessous du niveau de la galerie *4;* celle-ci *(4)* fut jadis la principale galerie d'écoulement, avant que la galerie *6* existât; de là, cette dénomination de la galerie *7.*

On reconnoîtra encore, sur les figures, les objets suivans : Puits principaux.

ABC, puits de la mine dite *Samson;*

DEF, puits de *Neufang;*

GHK, puits de *Gnade-gottes.*

Dans chacun de ces puits inclinés, sont disposées les machines d'épuisement et les machines d'extraction, comme le font voir les figures des pl. 11 et 33. Les roues hydrauliques de ces machines sont souvent situées dans l'intérieur de la mine; par exemple, dans le puits GHK, la roue d'épuisement est établie au niveau de la galerie *4.* Machines d'épuisement et d'extraction.

La mine dite *Abendræthe*, à gauche de g h, *fig. 3*, n'a pas de puits qui aboutisse au jour; mais dans cette mine, dont la *fig. 3* ne montre qu'une portion, il existe un puits intérieur qui, partant de la galerie d'écoulement *6*, aboutit à la galerie d'alongement *7*. Les minerais et déblais qui proviennent de ses travaux supérieurs, sont extraits au jour par le puits GHK, et ceux de ses travaux inférieurs, par le puits ABC, moyennant une indemnité qui est réglée par l'administration des mines.

Pour terminer la description de ce vaste ensemble, il ne sera peut-être pas inutile de réunir sous un même point de vue les objets principaux dont plusieurs sont déjà décrits ci dessus, savoir : Résumé des objets décrits d'après les *fig. 1* à *5*.

LM, LAD, filons métallifères de *Gnade-gottes* et de *Samson*, considérés à la surface du terrain; (*voyez* VM et VE, *fig. 1.*)

NO, N'O', filon stérile dit *faule rüschel;* (*Voyez* ci-dessus, pag. 268.)

JW, PQ *(fig. 3)*, accident ou dérangement dit *geschiebe;* (Pag. 297.)

RST *(fig. 3)*, branche de filon dite *trumm*, qui s'étend au mur du filon principal VE; cette branche est indiquée, ainsi que YZ ci-après, par une ligne ponctuée qui figure l'intersection des deux parties du gîte;

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

U V X (*fig. 3*), branche de filon dont la direction est indiquée sur la *fig. 1* par les lettres V V'. Cette branche ayant fait jadis abonder les eaux dans la mine, on l'a nommée *Wassertrumm*;

Y Z, branche de filon [*trumm*] qui s'étend au toit du filon principal.

Ouvrage à gradins droits, *Fig. 3*.

Le système général d'exploitation consiste dans l'ouvrage à gradins droits, dont l'espace indiqué sur la *fig. 3*, par les lettres *y* C *x*, offre un bel exemple. L'inspection de la même figure indiquera suffisamment que, dans plusieurs parties de cette exploitation, on emploie l'ouvrage à gradins renversés, par exemple aux endroits indiqués par les lettres *fe, k, p, q, s, u, v*.

Nous avons déjà comparé ces deux modes dans l'explication des pl. 13 et 14; bornons-nous ici à présenter quelques détails concernant l'exécution des travaux d'Andreasberg.

On voit sur la *fig. 3* que le point le plus profond des mines qui nous occupent est dans le puits A B C. Ce point étoit C' en l'année 1803 et C en 1808. Il suffira donc de comparer la ligne brisée en gradins, *y* C *x*, qui est ponctuée, avec l'ouvrage exprimé par des hachures *y* C' *x*, qui s'élève à droite et à gauche du puits A B C: on aura ainsi une idée exacte de la marche des travaux et de l'extension qu'ils reçoivent pendant un laps de cinq années. Connoissant, d'après ce qui précède, la puissance variable du filon, on pourra se figurer la masse de minerais qui est arrachée du gîte pendant ce même temps. (*Voyez* tom. I.er, pag. 102.)

La continuation du puits A B C s'opère à prix fait, au moyen de cinq mineurs qui, pour l'approfondir de deux toises, en lui conservant la longueur et la largeur indiquées par les figures, reçoivent en tout 400 florins [environ 1200 francs], et de plus 9 livres de poudre par semaine, ainsi que nous l'avons déjà indiqué ailleurs. (*Voyez* les Notions préliminaires, chap. VII, pag. 150.)

Distribution des ouvriers.

Sur chacun des gradins *y* C *x*, il se trouve un mineur et quelquefois deux, tournant le dos au puits A B C, et la face vers la masse minérale qu'il s'agit d'attaquer. Cette masse comprend ici non-seulement la foible puissance du filon, mais encore la largeur qu'il est nécessaire d'entailler dans la roche environnante, au toit et au mur, tant pour ne perdre

aucune des veines de minerais qui s'y égarent, que pour rendre praticables les galeries d'alongement qui sont en même temps galeries de roulage.

ANDREASBERG. Pl. 15 et 16.

Détails des travaux. Explication des *Fig.* 6 et 7.

Les *fig.* 6 et 7 présentent, sur une échelle-à-peu-près triple de celle des *fig.* 3 et 5, les principaux détails de ce qui concerne l'avancement de l'excavation, le boisage, le remblaiement et le roulage vers le puits ABC′, en un mot la continuation des travaux dans le filon.

On reconnoîtra sur la *fig.* 6 la portion C′ $\varkappa\lambda$ de *fig.* 3, et sur la *fig.* 7 la portion correspondante de *fig.* 5. D'après ce fragment, il sera facile de se figurer toutes les dispositions analogues des travaux souterrains, dont les *fig.* 1, 2, 3, 4 et 5 présentent l'ensemble. Qu'il nous suffise donc de considérer les *fig.* 6 et 7.

Dans la *fig.* 7, qui est une coupe verticale faite sur le puits ABC′ perpendiculairement à la direction du filon, supposons le toit $\pi\sigma$ enlevé, ainsi que le boisage qui est appliqué contre ce toit pour le soutenir; considérons alors le filon parallèlement à sa direction, comme dans la *fig.* 3: c'est une telle image de l'intérieur que nous offre la *fig.* 6.

Fig. 8 et 9. Boisage.

Dans l'état de choses que représente cette figure (pour l'année 1803), l'ouvrier s'étant éloigné du puits ABC′ par la galerie $\delta\lambda$ qu'il a pratiquée, attaque le gradin γ qu'il a ainsi formé; il a pour sol la portion β du filon. A mesure qu'il s'est avancé du puits vers γ, il a établi un boisage, nommé *kasten*, dont on voit la coupe verticale *fig.* 8, et le plan supérieur *fig.* 9. Sur le plancher de ce boisage, l'ouvrier jette les déblais stériles; et dans l'espace libre qui reste dessous, espace teinté en noir sur les *fig.* 8 et 9, il fait transporter par le roulage les minerais vers le puits ABC′; là, au moyen d'un plancher amovible qu'on jette, comme un pont, sur la largeur du puits, les minerais sont chargés dans la tonne d'extraction que la machine élève au jour. Ce que nous venons de voir s'applique à tous les gradins situés au-dessus de γ, mais avec quelques différences essentielles :

Galeries de roulage.

1.° On remarquera, sur les *fig.* 6 et 7, que, parmi les gradins, il en est beaucoup en face desquels les planchers ou *kasten* correspondans à leur sol, sont chargés de déblais jusqu'au niveau du plancher immédiatement supérieur. De tels gradins ne peuvent par conséquent pas corres-

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

pondre directement à une galerie de roulage, qui, partant de leur sol, aboutisse au puits d'extraction A B C′; les minerais qui en proviennent sont envoyés à la galerie de roulage supérieure ou inférieure.

2.° Il est des gradins en face desquels on a ménagé une galerie de roulage ε, κ, λ, en ne chargeant de déblais, que jusqu'à une certaine hauteur, les planchers correspondans à leur sol; mais, entre l'extrémité du sol horizontal d'un tel gradin et l'extrémité du plancher que construit, en s'avançant, l'ouvrier du gradin inférieur, il n'y a pas continuité habituelle, comme on le voit en ε; pour établir cette continuité qu'exige le roulage, on ajuste de petits ponts de bois, ou planchers amovibles, sur les points ε, κ, et dans tous les cas analogues qu'indique la *fig. 3*. Une libre circulation est également assurée depuis le fond du puits C′ jusqu'aux points les plus élevés de l'ouvrage *(y, x, n, fig. 3)* par le moyen de petites échelles qui sont placées contre la face verticale de chacun des gradins.

Avancement de l'ouvrage.

Si l'on veut suivre plus en détail l'avancement de l'ouvrage, on le pourra par l'inspection des *fig. 3* et *6*. A mesure que le puits sera approfondi en C′, on attaquera le sol β, mettant ainsi à nu l'extrémité inférieure du boisage qui forme les parois latérales de la galerie δ, et enlevant par conséquent le sol de cette galerie; mais on lui fera un nouveau sol par le boisage qui correspondra au nouveau gradin β, le tout ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus. En même temps, le sol et la face verticale de chacun des gradins supérieurs s'éloignent du puits, en conservant le niveau convenable; les boisages, les remblaiemens et les galeries de roulage les suivent, en s'alongeant de plus en plus. C'est ainsi que toute la masse du filon est enlevée et remplacée par une muraille de déblais, dans laquelle sont ménagés des espaces où l'air circule librement à différens niveaux, sous des boisages qui assurent la solidité. Cette exploitation régulière fut ainsi conduite, dès son origine : c'est de l'ordre établi, bien plus que de la richesse du gîte de minerais, qui est très-variable, que résulte, depuis plusieurs siècles, le succès de ces mines célèbres.

Les minerais riches ne se sont présentés avec quelque abondance que dans les niveaux inférieurs du puits A B C′, comme on peut en juger par la symétrie qu'offrent les travaux en cette partie des mines.

Dans les niveaux supérieurs, où nous remarquerons, en passant, que les belles cristallisations de spath calcaire ont abondé, il s'est présenté souvent des parties de roches stériles, telles que μ, *fig. 3*. En pareil cas, après quelques recherches par gradins droits, comme on le voit en P, on prend le parti de faire ce que l'on appelle un haut-gradin *[hoher stross]*, par dessous lequel on pratique une galerie que l'on met en communication avec les ouvrages supérieurs, et à l'extrémité de laquelle on rétablit l'ouvrage en gradins, comme ci-dessus. La *fig. 3* fait voir plusieurs cas analogues dans lesquels la masse minérale μ a été jugée stérile, ou du moins est restée intacte jusqu'à ce moment (année 1808). On remarquera aussi que plusieurs de ces massifs μ contiennent du minerai, comme l'indiquent les hachures verticales : ce sont des réserves pour l'avenir.

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Massifs réservés.

Quant à l'ouvrage par gradins renversés, un coup-d'œil sur la *fig. 3*, et particulièrement sur les retombes *k*, *f*, fera reconnoître qu'on le pratique ici dans le cas où le minerai se présente à la partie supérieure d'une galerie d'alongement. Alors, au lieu de foncer un puits de haut en bas, comme dans l'ouvrage à gradins droits, on pratique un percement analogue, mais de bas en haut. A mesure que cette excavation s'élève, on établit, à partir de son faîte, des tailles dont l'ensemble présente bientôt l'image d'un escalier vu par dessous. (Voyez *f*, *k*, *q*, *s*, *u*, *fig. 3*.) Dans ce cas, les ouvriers sont placés sur les déblais dont le tas s'élève et s'alonge à mesure que l'exploitation s'étend. Ces déblais sont supportés, s'il est nécessaire, par des boisages; au-dessous d'eux, l'espace de la galerie de roulage est conservé libre ; et par un petit puits que l'on ménage au sein des déblais, les minerais provenant des gradins renversés sont jetés dans cette galerie, d'où ils sont transportés vers le puits d'extraction.

Ouvrage par gradins renversés.

D'après les détails qui précèdent, il sera facile au lecteur de parcourir les ateliers souterrains d'Andreasberg, et de reconnoître, par la comparaison des *fig. 1* à *5*, les ouvrages accessoires dont nous allons faire mention, en considérant plus particulièrement les feuilles de retombe placées sur la *fig. 3*.

On distinguera donc, sur cette figure, les objets dont suit le détail :

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Ouvrages accessoires; feuilles de retombe de la *Fig. 3*.

a b, ouvrage établi au toit du filon principal sur une branche du gîte de minerais *[trumm]* qui a 6 pouces de puissance. Une galerie de traverse *b* conduit à cet ouvrage. La *fig. 1* indique la direction et la longueur de cette galerie, qui est rappelée par *b'* sur la *fig. 3*, sous la retombe *a b*. Nous suivons la même notation, pour les objets analogues ci-après. (*Voyez* aussi *fig. 1.*)

c d, ouvrage au toit, abandonné en l'année 1803;

e f, ouvrage au toit, en activité;

g h, ouvrage au toit, au niveau de la galerie d'écoulement; il est établi sur une branche du gîte de minerais qui a 3 pouces de puissance. On remarquera *(fig. 1)* qu'au même niveau, une galerie de traverse E *6*, rappelée par E sur la *fig. 3* et sur la *fig. 5*, existe au mur du filon principal : cette galerie traverse plusieurs petites veines ou branches de minerai, tandis qu'une autre galerie de traverse *(h 6)*, pratiquée au toit, va aboutir au filon stérile N O;

i, derrière cet ouvrage qui existe dans le filon principal, on voit *i'*, ouvrage à gradins renversés, établi au mur de ce filon;

k, ouvrage *(idem)*, établi au toit;

l, galerie de traverse, qui ouvre une communication entre la mine de *Samson* et la mine de *Gnade-gottes*, au-dessous de la galerie d'écoulement *6*; (Voyez *fig. 2.*)

m', m, galerie qui remplit le même objet, au-dessus de la même galerie *6*; (Voyez *fig. 1.*)

n, derrière cet ouvrage, situé dans le filon principal, voyez *n'*, ouvrage au mur;

o', *(idem)*, derrière F, au fond du puits D F;

p, derrière cet ouvrage, situé dans le filon principal, voyez *q*, *r*, ouvrages situés au mur;

s, ouvrage à gradins renversés, établi, comme *p*, dans le corps du filon principal;

t, derrière cette portion de galerie, qui existe dans le filon principal, voyez *t'*, ouvrage au mur;

u, *(idem)*, voyez *u'*, ouvrage au mur, derrière cette retombe;

v, *(idem)*, voyez *v'* derrière;

v, (idem), voyez, derrière cette *retombe,* la galerie *7* et l'ouvrage *v;* ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

z, ouvrage à gradins renversés, qui fait suite à l'ouvrage *u,* dans le corps du filon principal;

y C *x n,* grand ouvrage à gradins droits, décrit ci-dessus.

Par ce résumé général, on voit comment les recherches, poussées au toit et au mur du filon, étendent les travaux dans le sens de la largeur, pendant que l'exploitation principale s'approfondit et s'étend en longueur. Résumé général.

Outre les ouvrages accessoires que nous venons de passer en revue, il existe plusieurs galeries de recherche et de traverse, dont nous citerons les principales : (Voyez *fig. 3.*) Galeries de recherche, &c.

a a, sur le niveau *3,* galerie de traverse, poussée au toit du filon, longue de 5 toises (en l'année 1807);

b b, sur le niveau *4,* galerie *idem,* au toit, longue de 6 toises $\frac{3}{8}$;

c c, au niveau de la quatrième galerie d'alongement, sous le niveau *6,* à gauche du puits D F, galerie de traverse au toit, longue de 11 toises $\frac{1}{2}$;

dd, au-dessus du niveau *7,* à gauche du puits A B C, galerie de traverse au mur, longue de 3 toises; elle a rencontré quelques petites veines de minerai, sur lesquelles est établi l'ouvrage au mur, indiqué par *r;*

ee, à droite de *dd,* galerie de traverse au toit, longue de 13 toises $\frac{1}{4}$;

ff, au-dessus du niveau de *ee,* mais à droite du puits D F, galerie de traverse au toit, longue de 8 toises $\frac{1}{2}$;

gg, sur le niveau *7,* galerie de recherche au mur; (Voyez *fig. 2.*)

h h, galerie de traverse au toit, longue de 8 toises, dans le commencement de laquelle on a rencontré une branche ou veine de minerai.

C'est par l'ensemble de ces recherches et des ateliers d'arrachement qui sont établis en différentes parties de ces mines, que leur prospérité se maintient; mais les ateliers qu'indique la *fig. 3,* ne sont pas tous à-la-fois en activité : on a soin, lorsque la présence du minerai est reconnue à différens niveaux, par un certain nombre de recherches, de former des réserves dans les niveaux supérieurs; il en résulte qu'on peut, en cas de besoin, user de ces ressources, et maintenir, pendant un certain espace de temps, la quantité d'extraction qui est réglée d'avance, quand même la richesse du gîte de minerais viendroit à diminuer dans les niveaux Effet de l'ensemble des travaux.

Andreasberg, Pl. 15 et 16.

inférieurs. L'art parvient ainsi à rendre aussi constans qu'il est possible, des produits que la nature avoit faits essentiellement variables.

Étaiement des puits, &c.

La consistance du roc et la foible puissance du filon, aux mines d'Andreasberg, dispensent en général d'y employer, dans les puits d'extraction, un boisage aussi complet que celui que nous présentons ailleurs, d'après l'exemple des autres mines du Hartz; mais, sauf quelques légères modifications, le système général de la disposition des puits est le même que celui que représentent les pl. 11 et 33 : nous y renvoyons donc, ainsi que pour l'épuisement des eaux et pour l'extraction des minerais.

Étaiement des galeries. (Voy. *Fig. 8* à *10.*)

Les galeries d'écoulement, pratiquées en général dans le mur du filon, sont boisées comme l'indique la *fig. 10*, pl. 15, qui présente la coupe transversale d'une telle galerie. Remarquons seulement, au sujet de cette figure et des figures voisines *8* et *9*, que les pièces de garnissage, qui sont interposées entre la roche *a* et le boisage *b* proprement dit, sont ici en contact avec la roche par leur surface plane, contre l'usage ordinaire qui les place en sens inverse, de manière à opposer la plus grande résistance à la pression des masses environnantes. On déroge quelquefois ici à cette règle générale, parce qu'on a observé que les bois se conservoient mieux étant disposés comme les représentent nos figures, et parce que d'ailleurs ils s'appliquent plus exactement contre la roche, dont la pression sur les pièces de garnissage est peu considérable, à cause de sa consistance.

Outils du mineur. (Voy. *Fig. 11.*)

On entaille la roche et le minerai par le tirage à la poudre, que nous avons décrit dans les Notions préliminaires. Les outils employés sont représentés par la *fig. 11*, pl. 15.

On y distinguera:

a, le fleuret en bonnet de prêtre, employé ici pour commencer les trous de mine; *a'* le plan de son extrémité;

b, *c*, le fleuret en ciseau, qui est le plus généralement usité;

d, l'épinglette;

e, le bourroir, et *e'* le plan de son extrémité;

f, *g*, la curette vue sur deux faces, et *g'* le plan *(idem)*;

La longueur de ces outils varie suivant que les trous de mine sont

forés par un seul homme ou par deux. (*Voyez* chap. IV, page 98.) Le plus souvent, le tirage est exécuté par un seul homme, au moyen de trous dont la profondeur est de 24 pouces et la charge 1 once et $\frac{1}{2}$ à 2 onces de poudre. Quelquefois, comme dans la mine dite *Abendræthe*, on pratique, au moyen de deux hommes, des trous de 40 pouces de profondeur, dont chacun reçoit jusqu'à 4 onces de poudre. Nous avons eu occasion d'expliquer ailleurs comment le travail des ouvriers est réglé dans ces mines. (*Voyez* chap. VII.) Sur la *fig. 11*, on reconnoîtra le marteau *h, i*, la pointerole *j*, et la trousse *k*, objets décrits ailleurs, page 96 et suivantes.

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16.

Le roulage intérieur s'opère par le moyen des chariots dits *chiens de mine*, qui sont représentés par les *fig. 12, 13* et *14*, sur la pl. 16.

Roulage intérieur (Voy. *Fig. 12 à 14.*)

Sans qu'il soit besoin d'entrer ici dans de plus longs détails, on distinguera suffisamment ce qui suit :

Fig. 12, élévation latérale du *chien*, qui est construit en planches, garni de ferrures, porté sur des roues de fer *a, b, c, d*, dirigé par un clou de conduite *e*, enfin établi sur deux rangées de solivettes *f g*, entre lesquelles ce clou glisse librement.

Fig. 13, élévation antérieure du *chien;* un homme est attaché, par une bricole, à l'anneau que porte cette face, tandis qu'un autre pousse le chien par derrière.

Fig. 14, plan du chien, vu par-dessous.

Les tonnes d'extraction sont analogues à celles que l'on voit sur la pl. 11. Leur section horizontale est une ellipse. La capacité d'une semblable tonne est de 5 pieds cubes $\frac{26}{100}$ (mesure de Brunswick).

Extraction des minerais au jour.

D'après le tableau général qui est joint à la page 102 du tom. I.er de cet ouvrage, on peut calculer, l'année comprenant 52 semaines, que tout l'ensemble des mines d'Andreasberg, suivant le terme moyen pris depuis l'année 1800 jusqu'à l'année 1805, a fourni, par semaine, 566 tonnes de minerai. En 1807, époque à laquelle l'extraction ordinaire fut augmentée par les motifs exposés, pag. 122 du tom. I.er de cet ouvrage, on extrayoit par semaine 633 tonnes de minerai de tout ce même ensemble; ce seroit par conséquent à-peu-près 3320 pieds cubes, si l'on calculoit d'après la capacité exacte des tonnes; mais comme on

ANDREASBERG. Pl. 15 et 16.

peut admettre qu'il n'y a communément de plein que les $\frac{5}{8}$ de la capacité d'une tonne, à cause de l'espace que laissent entre eux les morceaux de minerai, le volume réel du minerai qui est tiré de ces mines, par semaine, est d'environ 2075 pieds cubes. Quoi qu'il en soit, dans l'extraction totale, les mines représentées par les pl. 15 et 16 qui viennent de nous occuper, fournissent à-peu-près les trois quarts de la masse de minerai, exactement 443 tonnes, sur 633 : la mine de Samson fournit à elle seule 203 tonnes par semaine, c'est-à-dire, presque autant que les trois mines de *Neufang*, *Gnade-gottes* et *Abendræthe*, et 13 tonnes de plus que les trois mines dites *Bergmann's-trost*, *Andreaskreutz*, *Clausfriedrich*, dont il a été question ci-dessus (*voyez* la carte du Hartz, pl. 2). Pour plusieurs autres détails qui peuvent intéresser le mineur, concernant les consommations et les produits des mines d'Andreasberg, nous renvoyons aux tableaux qui se trouvent dans le premier volume de cet ouvrage.

Appendice concernant le Roulage des Minerais au jour.

Explication des *Fig. 15 à 18*, Pl. 16.

Les *fig. 15* et *16* ne se rapportent qu'indirectement aux mines d'Andreasberg, que nous venons de considérer ; elles représentent un grand chariot disposé, pour le roulage au jour, sur une voie de fonte de fer dite *voie angloise*. Cette disposition, qui paroît susceptible d'être appliquée utilement à Andreasberg, est établie auprès de Clausthal au Hartz; là, elle existe sur le chemin que l'on voit, pl. 31, à gauche des étangs A, G, H, K, entre l'orifice *c* de la mine de Dorothée et un atelier de lavage c^2, vers lequel il s'agit de transporter une partie des minerais obtenus de cette mine. On voit, sur la pl. 31, que la longueur totale de la voie est d'environ 700 mètres. Elle est garnie de pièces de bois (*h i*, *fig. 15*, pl. 16), sur lesquelles sont fixées des pièces de fonte de fer, comme l'indiquent les *fig. 16* et *17* de la même pl. 16. L'inclinaison de cette voie, depuis la mine *c* (de pl. 31) jusqu'à l'atelier de lavage c^2, est en général de 2 degrés. Le chariot, qui contient 4 tonnes ou environ un mètre cube de minerai, roule sur la voie, par l'effet seul de son poids. La *fig. 15* le représente parvenu auprès de l'atelier c^2 sur le tablier *k l*; on lui fait faire la bascule pour le décharger.

Il est facile de se représenter, à l'aide de la même *fig. 15* comparée avec la *fig. 16*, le chariot roulant sur la voie; la dernière de ces figures le fait voir dans cette situation. Pour se rendre raison du mécanisme, il suffira de ramener le tablier *k l (fig. 15)* à la situation horizontale, ainsi qu'il suit : à l'extrémité du levier *k*, dont la longueur totale seroit de 4 mètres, comptés depuis le tourillon *j*, se trouve une corde au moyen de laquelle on abaisse *k j*, en faisant lever *j l*. Sur chacun des côtés du tablier *k l*, il existe un clou saillant *x* et un clou saillant *v*. Dans le mouvement indiqué, le clou *x* vient se placer auprès du crochet *z*, et le clou *v* auprès du crochet *u*. Cela fait, au moyen de la main *r*, et de la tige horizontale *s* (qui existe à chaque côté du chariot, et qui est liée, par chacune de ses extrémités, avec d'autres tiges situées à angle droit relativement à *s*, et dans le même plan horizontal), on abaisse les deux crochets *z* sur les deux clous *x*, et en même temps les deux crochets *u* passent sous les deux clous *v*; ensuite, on assujettit ce mécanisme, en plaçant le petit crochet de sûreté *p* dans l'agrafe *q*. Quand on veut faire basculer le chariot *m n*, l'inverse de tout ce qui précède a lieu.

ANDREASBERG. Pl. 15 et 16.

Manœuvre du chariot de roulage. *Fig. 15 et 16.*

Pendant que le chariot chargé descend sur la voie de fer, l'ouvrier assis derrière, en *m*, n'a d'autre travail que le soin de régulariser la course, à l'aide du frein *o* qu'il fait frotter plus ou moins contre la roue correspondante. En approchant du but, il ralentit le chariot par ce moyen; puis il l'arrête avec une petite chaîne de fer, comme on le voit entre *x* et *m (fig. 15)*; alors, il ouvre la porte *y*, par laquelle, aussitôt que le tablier *k l* fait la bascule, le minerai tombe au-dessous de l'échafaudage qui supporte la voie. Une tringle que l'on voit sur la *fig. 15*, entre les points *x* et *z*, retient, de chaque côté, le tablier *k l* au degré d'ouverture convenable, en opposant une barre d'arrêt à la partie inférieure d'une pièce de bois, à travers laquelle passe cette tringle, liée d'ailleurs au tablier près du point *x*.

Lorsque le chariot est déchargé et le tablier ramené à la situation horizontale, le travail de l'ouvrier consiste à faire remonter ce chariot vide sur la voie foiblement inclinée.

Chacune des quatre roues de fonte de fer, sur lesquelles ce chariot est établi, correspond à un essieu particulier, ainsi que l'indique la *Fig. 18.*

ANDREASBERG, Pl. 15 et 16. *fig. 18.* Cet essieu tourne avec la roue ; il résulte de cette disposition, que chacune des roues peut cheminer indépendamment des autres, ce qui facilite la rotation dans les sinuosités de la voie. Nous aurons occasion de revenir sur les voies de fer, et sur les grands chariots de roulage, en considérant les pl. 30 et 41 *ter.*

C'est principalement pour l'exploitation de la houille qu'on emploie ces moyens en plusieurs contrées, et avec le plus grand succès, d'après l'exemple des mines de l'Angleterre, déjà citées à cet égard dans le tom. I.er de cet ouvrage, pag. 302.

CHAPITRE III.

EXPLOITATION DES MASSES.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

Mine de fer du Stahlberg, *dans le pays de Siegen.*

SIEGEN, Pl. 17.

Situation géographique.

A quelques lieues au nord de Siegen, auprès du village de Müsen, dans une montagne escarpée dite *Martinshaard*, on exploite, depuis le commencement du XIV.e siècle, et peut-être depuis une époque beaucoup plus éloignée, une mine de fer et d'autres métaux, dite le *Stahlberg*, qui est une des principales richesses de la contrée.

L'emplacement de cette grande exploitation est indiqué sur la pl. 1 de notre Atlas. (*Voyez* sur la carte, pl. 1, 25° 42′ de longitude, et 50° 54′ de latitude.)

Déjà nous avons considéré le *Stahlberg* sous le rapport de l'importance de ses produits (*voyez* tom. I.er, pag. 230 et 442); ici, cette mine nous offrira l'exemple de l'exploitation d'une *masse droite* ou *transversale*. Elle montre, dans sa partie supérieure, le danger de la mauvaise exploitation, et dans sa partie inférieure, les travaux réguliers, au moyen desquels l'art a fait cesser la dévastation d'un précieux gîte de minerais. C'est ce qu'il sera facile de reconnoître sur les *fig.* 1 à 4 de la pl. 17. On y distinguera les objets suivans :

Explication des *Fig.* 1 à 4.

Fig. 1, coupe verticale suivant la direction du gîte de minerais, qui est une *masse droite* de fer spathique, renfermée dans un terrain de transition;

Fig. 2, plan correspondant à la *fig.* 1, pris au niveau du sol du septième étage des travaux, à compter de la surface du terrain; (*Voyez* et comparez les points L, O, *fig.* 1 et 2.)

Fig. 3, coupe verticale suivant l'inclinaison du gîte de minerais, prise

SIEGEN, Pl. 17.

dans un endroit où il présente une puissance de 12 toises avec une richesse soutenue, c'est-à-dire, suivant Z U de *fig. 2;*

Fig. 4, coupe verticale suivant l'inclinaison du gîte de minerais, prise dans un endroit où il se divise en trois branches principales, c'est-à-dire, suivant X Y de *fig 2;*

Considérons les 4 figures à-la-fois, pour étudier la mine du Stahlberg, 1.° par rapport à la disposition naturelle du gîte de minerais; 2.° par rapport à la disposition générale des travaux.

1.° Gîte de minerais.

L'espace a b c d e *(fig. 1)* indique les limites du gîte de minerais, suivant sa direction. On a cru, pendant long-temps, que du côté du sud, cette masse droite de fer spathique se terminoit totalement sur la ligne a b de *fig. 1*, par une surface étroite et inclinée, sorte d'*arête abattue*, qui sembloit résulter de la rencontre du mur et du toit. Cette limite stérile, observée jusqu'au niveau du septième étage de travaux, avoit reçu des mineurs le nom de borne de pierre *[schube, stuff]*. C'étoit en quelque sorte un *nec plus ultrà*. L'ancienne opinion sembloit s'être confirmée, lorsque, en pratiquant la galerie d'écoulement *k*, on avoit atteint la masse droite, ainsi que l'indiquent les *fig. 1* et *2;* mais des recherches entreprises sur l'étage n.° 8 ont fait voir, depuis quelques années, ainsi que le montre la *fig. 2*, que la masse droite du Stahlberg, après avoir suivi une certaine courbure qui est sensible à son toit, reparoît dans une nouvelle direction, suivant la ligne p Q de *fig. 2*.

En cet état, elle présente encore du minerai de fer spathique, mais seulement de place en place, avec une puissance qui varie de 3 à 5 pieds : la masse se prolonge ainsi jusque vers plusieurs exploitations voisines, que la même compagnie a entreprises sous les noms de *Landeswohlfahrt*, de *Carolus*, &c.

La roche, qui interrompt souvent le minerai, dans cette nouvelle direction, est un schiste argileux d'un brun rougeâtre, connu des mineurs de cet arrondissement pour un indice contraire aux riches découvertes.

Quant à la limite de la masse droite, du côté du nord, la portion c d *(fig. 1)* s'incline jusqu'à l'étage n.° 4, parallèlement à la ligne a b; mais à compter du cinquième étage, on ne peut plus rien apercevoir de cette limite, et la masse plonge de plus en plus suivant d e, paral-

lèlement à l'inclinaison des fissures t qu'elle présente, comme on peut le lire sur la *fig. 1.* SIEGEN, Pl. 17.

Les lettres f g h k *(fig. 2)* indiquent les roches de grauwacke et de schiste argileux, dans le sein desquelles est renfermée la masse droite de fer spathique : la direction des bancs de roche est notée sur la *fig. 2*, et leur inclinaison, vers l'est, rappelée sur les *fig. 3* et *4*. Rochés environnantes.

Ces roches sont de même nature au toit et au mur de la masse droite: au toit, celle-ci se confond, en quelques endroits, avec la roche qu'elle pénètre, mais le plus souvent elle s'en distingue par une salebande nette; au mur, la séparation est par-tout distincte, et quelquefois il se trouve trois pouces d'argile molle entre la roche et le minerai.

La masse de fer spathique L m n O *(fig. 2)* coupe transversalement les bancs de roche, ainsi que l'indique la *fig. 4*. Cette masse se divise en trois branches m, n, O, dont la dernière O présente, en grand, la forme d'une fourche à trois pointes. Les *fig. 1* et *2* montrent la direction et la forme de la masse; les *fig. 3* et *4*, son inclinaison, qui est de 75 degrés vers l'est.

Les gangues qui accompagnent le minerai de fer spathique dans ce gîte, sont le schiste argileux d'un gris noirâtre, la grauwacke, le quartz massif ou cristallisé, la stéatite *[speckstein]* jaunâtre ou d'un blanc grisâtre, et friable, le *braunspath* ou spath perlé d'un blanc jaunâtre, le cuivre pyriteux massif ou cristallisé, le *fahlerz* ou cuivre gris, le fer pyriteux, le plomb sulfuré, le cobalt éclatant cristallisé, et le cobalt arseniaté rose. Gangues.

Dans la partie des travaux où les trois branches m, n, O sont réunies en une seule et même masse, le minerai de fer spathique se présente généralement pur et à larges facettes; mais on a observé que, dans la branche m, le fer spathique n'étoit plus aussi pur, et qu'il s'y trouvoit d'autant plus mélangé de cuivre pyriteux, de quartz, et d'un peu de fer pyriteux, qu'il s'éloignoit davantage du tronc commun. Ce motif, joint à la diminution de puissance, a fait abandonner récemment l'exploitation de cette branche, dite *branche du mur.* La branche intermédiaire n, qui est plus courte que les deux autres, fournit assez constamment un bon Minerai.

SIEGEN, Pl. 17.

minerai de fer spathique; quant aux trois subdivisions de la branche du toit O, on en obtient par-tout du fer spathique d'aussi bonne qualité que dans la masse.

Outre le plan du septième étage de travaux, la *fig. 2* offre, dans l'espace p, Q, r, celui d'une petite partie du dixième étage, au niveau de la galerie d'écoulement *k*: la ligne p Q, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, représente la nouvelle direction suivant laquelle le gîte s'étend au niveau du huitième étage; la ligne r *a'* indique, au niveau du dixième, la limite stérile, dite *borne de pierre*: ainsi l'on voit comment la masse droite de minerais se contourne dans cette partie.

Accidens du gîte.

Des blocs de roche presque entièrement stériles (s, *fig. 2*) se trouvent dans le gîte de minerais. Ces roches sont la grauwacke et le schiste argileux, traversés par des filets de fer spathique. Des fissures t se présentent dans la masse droite de minerais, et la divisent, pour ainsi dire, en tranches dont la direction est sur 6 heures, et l'inclinaison de 62 degrés vers le nord. Ce sont de telles tranches qui, en plongeant vers le nord, forment le prolongement de la masse dans la profondeur, tel qu'on le voit en d e, *fig. 1*. Les fissures t qui les indiquent sont remplies de stéatite [*speckstein*] friable, d'un blanc jaunâtre, quelquefois avec du *fahlerz* disséminé. On y trouve aussi du fer spathique lenticulaire, du quartz cristallisé, du cuivre pyriteux, du cobalt éclatant et du cobalt arseniaté rose.

2.° Travaux souterrains.

Il y a environ soixante-quinze ans que, par suite de la mauvaise exploitation de cette mine, où les piliers de soutien et les faîtes des voûtes étoient tantôt trop foibles, tantôt disposés trop irrégulièrement, tous les étages de travaux s'écroulèrent à-la-fois. Les effets de cette catastrophe sont indiqués en v, sur les *fig. 1, 3* et *4*.

Le minerai, enseveli sous les ruines, resta quelque temps perdu pour les nombreuses usines qui lui devoient leur existence. Ce ne fut qu'au moyen d'énormes dépenses, et en s'exposant à de grands dangers, qu'on parvint à rétablir cette importante exploitation. Instruit par une triste expérience, on sentit la nécessité de confier la direction des travaux à des hommes éclairés. Depuis cette époque, les ouvrages souterrains

peuvent être considérés comme divisés en deux parties : dans l'une, indiquée par V, les ouvriers les plus recommandables par leur adresse, leur vigueur et leur courage, obtiennent une partie des minerais écroulés, en pénétrant à travers les ruines, au moyen de boisages convenablement disposés, suivant la méthode qui est connue sous le nom d'exploitation par éboulement *[bruchbau]*; dans l'autre partie des ouvrages souterrains, qui a été entreprise postérieurement à l'époque indiquée ci-dessus, c'est-à-dire, à compter de l'étage 4.e, l'ensemble des travaux présente la disposition qu'indiquent les *fig. 1, 2, 3, 4.* Il nous suffira de faire mention des divers objets, ainsi qu'il suit :

SIEGEN, Pl. 17.

Détails de l'exploitation.

a, a, a, piliers de minerai de fer spathique, réservés pour supporter les étages successifs qui sont numérotés depuis le 1.er jusqu'au 10.e sur la *fig. 1*;

b, b, b, excavations pratiquées dans le minerai. Ces parties exploitées présentent aujourd'hui plusieurs étages de voûtes qui sont plus ou moins vastes, suivant les localités.

Remarquons ici que, dans les parties où le gîte de minerais forme une seule et même masse, abondante en fer spathique de bonne qualité, on donne généralement à l'excavation des voûtes 3 toises de hauteur, et à leur faîte 2 toises d'épaisseur, à cause des fissures nombreuses que présente la masse; mais dans les parties où cette masse est divisée en trois branches principales, le faîte des voûtes n'a qu'une toise $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, et l'excavation a 3 toises $\frac{1}{2}$ de hauteur. Dans l'état actuel de l'exploitation, on peut admettre que de toute cette masse droite on n'obtient, à chaque étage, que le tiers du minerai qui s'y présente; il en reste les deux tiers comme travaux de réserve, qu'on pourra reprendre un jour, au moyen de la régularité et de l'entretien journalier des ouvrages souterrains;

a', b', indiquent, pour le dixième étage, les mêmes objets que *a* et *b* pour tous les autres;

c (fig. 2), descente en escalier qui communique du septième étage à la galerie d'écoulement *k,* située au niveau du dixième, et qui doit bientôt servir aussi de moyen de communication avec les étages intermédiaires, c'est-à-dire, avec les 8.e et 9.e Dans tous les étages de cette

SIEGEN, Pl. 17.

mine, au lieu d'employer des échelles de descente, on a pratiqué des escaliers commodes, au moyen desquels on peut la parcourir depuis le jour jusqu'aux travaux les plus profonds;

d (fig. 2 et *4)*, puits d'extraction sur lequel est établie une machine à molettes, mue par une roue hydraulique à simple aubage. Ce puits est uniquement consacré à l'extraction du fer spathique;

e (fig. 1), autre puits d'extraction, dont la machine élève au jour le fer spathique obtenu du dixième étage, et de plus les minerais de plomb et de cuivre que l'on obtient d'une mine contiguë à celle du Stahlberg, et dite *Schwabengrube*. Ce puits communique à la galerie d'écoulement *k*, dont la direction générale est indiquée sur la *fig. 2*;

f, petit puits de communication qui conduit au huitième étage;

g (fig. 1), autre puits de communication qui s'est maintenu dans l'écroulement ci-dessus mentionné;

h, galerie supérieure d'écoulement, qui est pratiquée suivant différentes directions; elle présente une longueur totale de 400 toises;

k, galerie inférieure d'écoulement; elle se prolonge en ligne droite sur une longueur totale de 646 toises, depuis son orifice, situé sur le ruisseau de Ferndorf, jusqu'aux travaux que nous venons de considérer: à 571 toises de son orifice, c'est-à-dire, 75 toises avant d'atteindre le gîte de fer spathique du Stahlberg, cette galerie d'écoulement a coupé le filon de la mine dite *Schwabengrube*, dont il a été question ci-dessus, filon qui se dirige sur 1 heure de la boussole; (Voyez *e.*)

m (fig. 3), tas de déblais ou haldes des puits d'extraction *d*, *e*.

Comme les détails ultérieurs de l'exploitation ne nous présenteroient ici rien de particulier, après ce que nous avons déjà vu dans les exemples précédens, nous ne nous y arrêterons pas davantage; remarquons seulement que, d'après un terme moyen pris sur un long espace de temps, la mine du Stahlberg procure annuellement, depuis l'année 1760, environ 25000 pieds cubes, ou 50000 quintaux (poids de marc), d'un excellent minerai de fer spathique. Ce minerai est livré à six fonderies ou usines, parmi lesquelles on distingue l'aciérie de Lohe, et qui emploient en outre, mais séparément, une quantité à-peu-près égale d'autres minerais de fer provenant de diverses exploitations voisines.

Gîtes de Minerais du Derbyshire.

A côté d'un grand nombre de gîtes de minerais, dont on est parvenu à se rendre compte d'une manière qui paroît satisfaisante, il pourra être utile d'en considérer d'autres qui semblent former une exception aux modes ordinaires de gisement; tel est l'objet de la *fig. 5*. Elle présente une coupe figurative des montagnes du Derbyshire, d'après l'ouvrage que M. John Mawe a publié, en anglois, sur cette matière. (Voyez *the Mineralogy of Derbyshire;* London, 1802.)

DERBYSHIRE, Pl. 17.

Suivant cet auteur, la disposition générale des roches et des gîtes de minerais, dans cette partie de l'Angleterre, présente les faits qui sont rappelés sur la *fig. 5*, ainsi qu'il suit :

Explication de la *Fig. 5*.

N.° *1*, la partie supérieure des terrains est formée d'un conglomérat argileux a (dit *argillaceous grit*). Au dessous, on observe des lits irréguliers de minerai de fer argileux *(a)*, qui accompagnent des couches de houille *(b)*. Le dépôt de combustible fossile est dérangé, en b d, par une faille f, sous laquelle la houille s'enfonce verticalement à travers les masses inférieures.

Nature des roches supérieures.

N.° *2*, un conglomérat siliceux (dit *siliceous grit*) forme un dépôt non stratifié, dont l'épaisseur variable excède quelquefois 120 aunes *[yards]*. C'est un assemblage de fragmens roulés, dont chacun n'a pas, en général, plus de trois lignes de diamètre : on y a trouvé, mais rarement, du minerai de plomb.

N.° *3*, un schiste (dit *shale*), qui ressemble à une glaise durcie, constitue une épaisseur quelquefois égale à celle du n.° *2*. C'est une roche non stratifiée, qui ne contient point d'empreintes de végétaux; mais quelquefois on y a rencontré des empreintes de corps marins, imprégnés de pyrite: le minerai de plomb ne s'y présente que très-rarement.

N.° *4*, une roche calcaire (dite *lime-stone*), constitue, au-dessous, une épaisseur qui varie depuis 4 jusqu'à plus de 200 toises, et qui n'est pas encore traversée dans certaines parties. *(Voyez fig. 5.)*

Le premier banc de cette roche est régulièrement stratifié; quelquefois il est interrompu par un dépôt marneux, qui contient accidentelle-

DERBYSHIRE, Pl. 17.

ment diverses substances; mais l'ensemble de la roche *(4)* est formé de dépouilles d'animaux marins. On en tire de beaux marbres. Cette masse *(4)* est la plus intéressante pour le mineur : c'est dans son sein que l'on a trouvé les principaux gîtes de plomb sulfuré, de blende et de zinc oxidé, accompagnés de plusieurs variétés de fer oxidé, de chaux fluatée, de baryte sulfatée, de chaux carbonatée cristallisée et de pyrites. La grande mine de cuivre d'Ecton s'exploite dans cette même roche, qui contient, en plusieurs autres parties de l'Angleterre, des dépôts considérables de minerai de cuivre et de minerai de fer.

Gîtes de minerais.

Parmi les gîtes de minerais de plomb du Derbyshire, on distingue les gîtes droits, tels que r *[rake-veins]*, et les gîtes couchés, tels que p *[pipe-veins]*. Les gîtes droits présentent quelquefois leur affleurement au jour, par exemple, auprès de Castleton; leur direction, leur inclinaison, leur puissance, leurs croisemens, et la présence de blocs de la roche environnante, dans le sein de ces gîtes, sont autant de motifs qui sembleroient devoir les faire ranger parmi les filons ou les masses droites; mais d'autres motifs s'y opposent. Les gîtes couchés p, qui sont en communication avec les gîtes droits r, ne paroissent assujettis à aucune régularité : ils sont remplis de fissures : tantôt leur puissance s'élève jusqu'à 20 ou 30 aunes, tantôt elle se réduit à 2 pouces. Ces gîtes p sont constamment accompagnés d'une enveloppe d'argile, qui aide le mineur à les poursuivre. Leurs gangues diffèrent de celles des gîtes droits. Dans la masse *(4)*, qui renferme les uns et les autres (r et p), on a fréquemment rencontré de vastes espaces vides (dits *shakes* ou *swallows*), dont la profondeur et la corrélation n'ont pu être constatées. Dans quelques mines, ces cavernes servent de réceptacle pour les déblais et pour les eaux.

D'après ce qui précède, on seroit porté à regarder les gîtes couchés (p) du Derbyshire, et peut-être aussi les gîtes droits (r), comme analogues à ceux que nous avons nommés amas irréguliers [*butzen werke* des Allemands], c'est-à-dire, comme des amas déposés confusément dans des cavernes plus ou moins spacieuses. Quoi qu'il en soit, au dessous de la masse (n.° *4*), M. John Mawe indique les roches suivantes :

N.° *5*, une roche trappéenne (dite *toad-stone*) est fréquemment interposée dans la masse (n.° *4*); mais cette roche ne renferme jamais aucun gîte de minerais, dans le Derbyshire; jamais on n'y rencontre ni débris de végétaux, ni corps marins. La roche *5* offre beaucoup de ressemblance avec celle qu'on nomme *blatterstein* dans le Hartz *[variolite à noyaux calcaires*, ou *wacke amygdaloïde]*; elle n'est point stratifiée; quelquefois elle remplit des fissures, et se réduit alors à une épaisseur de quelques toises.

Derbyshire. Pl. 17. Roches inférieures.

N.° *6*, une roche calcaire (dite *lime-stone*) se présente au-dessous, contenant des gîtes r de minerai de plomb. Nulle exploitation n'a pénétré au-delà de cette roche dans le Derbyshire.

Chacune des masses *(1* jusqu'à *6)* que nous venons de considérer, d'après M. John Mawe, est séparée de la masse voisine par un mince lit d'argile ou de marne, dont l'épaisseur varie depuis 2 à 3 pouces jusqu'à 3 pieds.

Les descriptions de cet auteur nous porteroient à regarder les roches n.° *4*, *5* et *6* comme appartenant au terrain de transition; mais ce que le gisement des minerais de plomb, dans cette contrée, paroît offrir de plus difficile à expliquer, c'est, 1.° l'interruption des gîtes r par la roche n.° *5*, au-dessous de laquelle ils reparoissent, et 2.° la disposition réciproque des gîtes droits r et des gîtes couchés p. Au reste, de nouvelles observations jetteront peut-être plus de jour sur cette matière; le seul objet de l'aperçu qui précède, est de recommander à l'attention des mineurs une contrée digne de leurs recherches ultérieures.

Singularité du gisement.

Gîtes de Minerais de Sibérie.

Si, des gîtes irréguliers de l'Angleterre, nous portons nos regards sur les grandes exploitations que le siècle dernier vit naître et prospérer dans l'empire russe, ainsi qu'on l'a déjà rappelé dans le tome I.er de cet ouvrage, pag. 324, nous aurons occasion, au moyen des *fig. 6* et *9*, de reconnoître plus de régularité dans ces exemples; ils offrent un gisement analogue à celui qu'ont exposé les *fig. 1* à *4* de notre pl. 17.

Sibérie. Pl. 17.

SIBÉRIE, Pl. 17.

D'après les descriptions et les dessins dont nous sommes redevables à M. Renovantz, nous pourrons nous faire une idée de ces gîtes intéressans, qu'il a fait connoître dans son ouvrage sur l'Altaï, publié en langue allemande, sous le titre, *Nachrichten von den Altaischen gebürgen.* (*Reval*, 1788. *Voyez* pag. 89 à 252.)

Ce savant observateur nous apprend que, dans les montagnes du gouvernement de Kolywan, le schiste argileux et le calcaire alternent fréquemment ensemble sur les rives de la Bjela, du Tscharish et de la Loktewka. Au sein de ces roches il existe des filons de minerais de plomb et de cuivre, dont plusieurs sont en exploitation. Tantôt un semblable filon se présente entièrement dans le schiste argileux; tantôt il remplit l'espace qui se trouve entre le schiste argileux et la roche calcaire, de sorte que, coupant les bancs de l'une et de l'autre roche, il les sépare cependant l'une de l'autre.

Mine dite *Tschakirskoy*, *Fig. 6.*

La *fig. 6* fait voir un tel gisement observé dans la mine dite *Tschakirskoy*, non loin du village de *Ustpustinsk* et des rives du *Tscharish*.

La forme de ce filon, sa puissance considérable, et sur-tout son peu d'étendue suivant sa direction, doivent le faire rapporter au cas de gisement que nous avons désigné par le nom de masse droite. Le mur a a de ce gîte est une roche calcaire, tenace et blanche; le toit b b est un schiste argileux, à feuillets épais. La masse droite c c contient du plomb sulfuré arsenical, du plomb carbonaté, du cuivre natif, du cuivre carbonaté vert ou bleu, du cuivre pyriteux et du cuivre oxidé rouge. Avec ces minerais, on trouve abondamment le zinc oxidé ou carbonaté, sous des aspects très-variés, le spath calcaire, la pyrite de fer, la pyrite arsenicale, et quelquefois des sédimens calcaires et ferrugineux. En général, les minerais de plomb et de cuivre contiennent peu d'argent dans cette masse. Quelques puits ayant été foncés dans le gîte, sur une étendue de 30 toises suivant sa direction, on a reconnu qu'il ne se maintenoit dans ce sens que sur une longueur de 12 toises et $\frac{1}{2}$; mais suivant l'inclinaison, il s'est maintenu au-delà d'une profondeur de 65 toises, jusqu'en d. Une galerie d'écoulement e, pratiquée dans la roche calcaire, facilite l'épuisement des eaux souterraines.

C'est plus sous le rapport du gisement, que sous celui de l'exploitation, que cette mine peut intéresser. Ce qu'elle nous paroît offrir de plus remarquable, c'est qu'un gisement analogue, de minerai de plomb argentifère, a été observé par M. Renovantz, entre le schiste argileux et la roche calcaire, aux célèbres mines de *Nertschinsk*, dans les montagnes de la Daourie. C'est encore entre ces deux mêmes roches, au rapport du même observateur, qu'on exploite des gîtes abondans de minerai de cuivre dans les monts Oural. Si de ces contrées lointaines, nous revenons vers le Hartz (*voyez* pl. 2 et pl. 34, *fig. 1*), nous voyons une analogie qui semble frappante entre la disposition des mêmes roches, d'une part dans la mine dite *Tschakirskoy* en Sibérie, et de l'autre dans la mine dite *Herzog-August*, près Zellerfeld, au Hartz: ainsi nous croyons devoir appeler l'attention du mineur sur ces espaces, où s'opère la jonction du schiste argileux et du calcaire. Vraisemblablement, en quelques endroits, ce sont des bancs ou des masses couchées de minerais, qui se trouvent interposés entre ces roches; mais plusieurs motifs portent à croire que souvent ce sont des gîtes d'une formation postérieure à celle du schiste et du calcaire de transition. Au surplus, retournons aux monts Altaï, sous la conduite de M. Renovantz.

Sibérie. Pl. 17.

Analogie entre divers gîtes.

Les *fig. 7, 8* et *9* représentent la mine célèbre du Schlangenberg ou de Zméof, située dans les montagnes de Korbolicha, sur 51° 9′ 25″ de latitude septentrionale, et sur 79° 49′ 30″ de longitude du méridien de Paris.

Mine dite *Schlangenberg*. *Fig. 7 à 9.*

Dans le district de Korbolicha, ainsi que dans celui de Kolywan, on voit fréquemment le granite s'élever au milieu des autres roches primitives qui enveloppent son pied, et ces dernières supporter le schiste argileux et le calcaire; c'est dans un terrain qui semble appartenir à l'époque dite de transition, au sein du schiste argileux et du schiste siliceux, qu'on exploite, au Schlangenberg, un gîte de minerais qui, grâce aux lumières de l'art, est devenu, depuis l'année 1742, le bienfaiteur de cette contrée.

Roches environnantes.

L'exploitation a pour objet une masse droite, ou un filon principal, qui contient divers minerais d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, avec

Minerais.

des gangues de zinc sulfuré, de pyrite de fer, quelquefois de pyrite arsenicale, et habituellement de baryte sulfatée, de chaux carbonatée et de quartz, rarement de chaux fluatée.

Parmi les minerais, on distingue l'or natif argentifère et l'argent natif aurifère, l'argent sulfuré, l'argent muriaté, le cuivre gris, le cuivre sulfuré, le cuivre carbonaté vert ou bleu, le cuivre oxidé rouge, le cuivre pyriteux, le plomb sulfuré.

Disposition du gîte.

Le gîte de minerais est interrompu, au jour, dans sa direction, par un fond rempli de schiste argileux, flambé de rouge et de gris : deux filons stériles *g g, h h (fig. 7)* le croisent sans l'appauvrir. Une multitude de filons, ayant le schiste pour gangue *[schiefer gænge]*, se dirigent dans la masse droite, ou l'accompagnent, et paroissent en général l'enrichir. Au toit E du gîte principal (voyez *fig. 9*), la roche est constamment le schiste argileux; au mur F, on trouve, avec ce schiste, une roche quartzeuse qui semble se rapporter au schiste siliceux. (M. Renovantz la nomme *hornstein.*)

Travaux souterrains.

Des fouilles très-irrégulières ont été entreprises autrefois, dans le Schlangenberg, jusqu'à la profondeur de 28 toises; il en est résulté trois vastes excavations dont nous ne présentons que les deux plus profondes, parce qu'elles ont été le théâtre de la principale exploitation. (Voyez *a* et *b*, *fig. 7* et *8.*) La troisième excavation, que nous supprimons, est située à 102 toises au sud-est de *a*.

Sous les fondrières que présentent ces excavations, on a trouvé, dans les niveaux supérieurs, de vastes espaces *c* remplis de déblais encore riches en minerais.

C'est là qu'on a exploité, avec beaucoup d'avantage, depuis l'année 1745 jusqu'en 1754, époque à laquelle on a reconnu la nécessité d'étudier régulièrement le gîte de minerais, au moyen d'une galerie d'écoulement *d*. Cette galerie, dite *Iwan Krestitelnaja* [galerie de Saint-Jean-Baptiste] se prolonge en ligne droite sur une étendue de 585 toises, depuis son orifice au jour jusque dans les travaux; elle traverse plusieurs roches différentes, parmi lesquelles on distingue principalement le schiste argileux: aux environs les roches sont très-variées. Si, en sortant

de cette galerie par son orifice au jour, on continue sa route en ligne droite jusqu'au-delà du ruisseau de Korbolicha, on arrive à des montagnes calcaires où abondent les débris de corps marins : ces montagnes sont environnées de trois côtés par le schiste, et du quatrième côté par le granite.

SIBÉRIE, Pl. 17.

Une autre galerie d'écoulement plus ancienne (voyez *e, fig. 7, 8, 9*), dite *Lugawaja*, est aussi pratiquée dans le schiste, sur une longueur de 90 toises, et ensuite dans le gîte de minerais. Depuis le percement de la galerie *d* située au-dessous, on a converti la galerie *e* en un aqueduc qui amène les eaux motrices sur une roue hydraulique *y*.

Il existe encore, dans cette exploitation, une autre galerie d'écoulement *f*, dite *Potraetnaja*, qui est pratiquée dans un schiste argileux tenace, et ensuite aux approches du mur de la masse droite, dans un schiste siliceux; l'orifice de *f* est situé vers le sud, au-dessus du niveau *d*.

Détails de l'exploitation.

En comparant les *fig. 7, 8* et *9*, sur lesquelles les mêmes points sont désignés par les mêmes lettres, on reconnoîtra les objets suivans :

i, k, l, m, n, o, galeries d'alongement et chambres d'exploitation : elles ont été pratiquées successivement au-dessous de la galerie *d*; elles sont mises en communication, d'un étage à l'autre, par de petits puits partiels ou foncemens, dont nous distinguerons les principaux depuis la surface du sol jusqu'au fond de la mine, au moyen des chiffres *1, 2, 3* jusqu'à *9*. Dans plusieurs de ces foncemens, l'extraction s'opère par le moyen de treuils mus à bras d'hommes.

p, puits d'extraction nommé *Wosnessenski*. Depuis le jour jusqu'au niveau *d*, ce puits est foncé dans le schiste ; il traverse ensuite le gîte de minerais, ainsi que le suivant.

q, autre puits d'extraction, nommé *Preobraschtschenski*. Sur chacun des puits *p, q*, il existe une machine à molettes, mue par deux chevaux (*voyez* pl. 30). Le boisage de ces puits est analogue à celui des puits du Hartz. (*Voyez* pl. 11.)

r, autre puits, nommé *Katharinski* : on l'avoit entrepris pour atteindre l'ancienne profondeur des travaux; mais plusieurs obstacles ont empêché de le continuer.

Dans cette mine, les eaux souterraines ne sont pas naturellement

SIBÉRIE. Pl. 17.

abondantes; mais les fondrières *a*, *b*, tristes fruits de l'ancienne dévastation du gîte, réunissent une quantité d'eau assez considérable, qui descend dans les travaux. Pour en assurer l'épuisement, sept répétitions de pompes aspirantes sont disposées dans le puits *p*, depuis le niveau de la galerie *l* jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement *d*. Les tiges des pompes sont mises en mouvement par une roue hydraulique *y*, de 7 toises de diamètre; cette roue reçoit, par la galerie *e*, les eaux d'un ruisseau dit *Schlangenbach*, qui sont réunies dans un étang, construit comme ceux que nous considérerons ailleurs (*voy.* pl. 31 et 32). Depuis le fond des travaux jusqu'au niveau *l*, les eaux sont élevées par des pompes mues à bras d'hommes; parvenues au niveau *d*, ces eaux souterraines vont sortir de la mine avec les eaux motrices, par la galerie d'écoulement.

L'entaillement de la roche a lieu presque toujours par le tirage à la poudre, au moyen de trous à un seul homme, pratiqués à l'aide du fleuret en ciseau. Les ouvriers travaillent par postes de 12 ou de 8 heures. Les moyens de distribution du travail et de surveillance des ouvriers étant les mêmes ici que dans les mines les plus célèbres d'Allemagne, il seroit superflu de les rappeler de nouveau. (*Voyez* les Notions préliminaires, chap. VII.)

Le gîte de minerais du Schlangenberg, après avoir plusieurs fois varié de richesse, s'est montré de nouveau très-riche, aux points indiqués par *s* (*fig.* 7 et 8), d'après les travaux entrepris depuis l'année 1780; mais sa puissance étoit moindre que dans les niveaux supérieurs. Dès 1771, les minerais avoient totalement disparu au point *t*; des recherches dirigées dans tous les sens n'aboutirent alors qu'à faire reconnoître quelques traces qui furent de courte durée : par-tout enfin, on trouva que le gîte se resserroit, et qu'il se terminoit à une profondeur de 104 toises; ce fut alors qu'on se détermina à exploiter entièrement les niveaux supérieurs, en remblayant les espaces excavés *c* des niveaux inférieurs. Dans ces remblais *c*, au-dessous de la galerie *o*, il est resté un massif de roche dont la *fig.* 9 indique la forme rectangulaire.

On assure que la salebande de la masse droite, ou du filon, a été reconnoissable jusqu'à la plus grande profondeur qu'on ait atteinte.

Si l'on considère qu'il n'est pas sans exemple, au rapport de M. Renovantz, qu'on ait perdu cette salebande, à de certains niveaux, dans le Schlangenberg, et qu'on l'ait ensuite retrouvée à une profondeur un peu plus considérable, on peut présumer avec lui qu'en approfondissant les recherches au-dessous du point *t*, on retrouveroit peut-être encore le gîte de minerais, comme on l'a jadis retrouvé au niveau des galeries supérieures *4* et *5* (*fig.* *7* et *8*), après avoir pensé qu'il étoit perdu pour toujours.

Sibérie. Pl. 17.

CHAPITRE IV.

EXPLOITATION PAR LE FEU.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 18.

Masse de Minerais du Rammelsberg, près Goslar au Hartz.

RAMMELSBERG; Pl. 18.

LA célèbre mine qu'on exploite, depuis le X.e siècle, dans la montagne dite *Rammelsberg*, au sud de Goslar, présente une masse couchée de minerais, entre les bancs de la roche qui constitue cette montagne. Il suffira de jeter les yeux sur notre carte du Hartz (pl. 2), pour y reconnoître la direction de cette masse couchée, qu'on a souvent nommée à tort filon *[gang]* ou masse entrelacée *[stockwerk]*.

Gisement, *Fig. 1, 2 et 3.*

Le gîte de minerais s'incline vers le sud-est, de même que la roche qui le renferme. Il est situé dans le sein de la terre, comme un énorme coin renversé, de manière que sa puissance, peu considérable à la surface du sol, va toujours en augmentant dans la profondeur (voyez *fig. 1*, M Q et D). A 100 mètres environ de son affleurement, distance comptée sur l'inclinaison du gîte, il se divise en deux parties ou branches, qui sont séparées l'une de l'autre, jusqu'à la profondeur connue, par une masse de schiste argileux très-dur, passant au schiste siliceux. De ces deux branches, on nomme l'une le gîte de minerais proprement dit *[erzlager]* ou la branche au mur *[liegendes trumm]*; l'autre, qui est au-dessus, a reçu le nom de branche au toit *[hangendes trumm]*; elles se réunissent vers le sud-ouest, ainsi qu'on peut le voir sur notre carte du Hartz, et par les figures dont l'explication nous occupe en ce moment : mais vers le nord est, le gîte de minerais s'interrompt tout-à-coup, suivant une ligne X Y (voyez *fig. 2*) que les mineurs ont appelée la limite stérile *[faule rüschel]*, parce qu'au-delà on ne trouve plus que la roche, sans aucune trace de minerai.

Roches environnantes.

Si l'on considère le Rammelsberg à partir de son sommet, qui s'élève à 363 mètres au-dessus de la ville de Goslar, on observe d'abord des

bancs de grès schisteux, qui s'approchent d'autant plus de la situation horizontale, qu'ils sont plus près de la cime de la montagne. A 140 mètres au-dessous de ce niveau supérieur, se présente, au sein de la grauwacke schisteuse, un banc puissant de coquilles agglutinées par une pâte de grès ferrugineux. (Voyez *fig. 1.*) A mesure qu'on descend vers le gîte de minerais, on distingue de plus en plus la stratification parallèle du schiste argileux qui en forme le toit et le mur. Dans cette dernière partie, le schiste est noir, compacte et à feuillets minces. L'inclinaison des divers bancs de cette roche est indiquée sur la *fig. 1.* (Voyez *c.*) Leur direction est reconnoissable sur le plan *(fig. 3)*, par celle du gîte de minerais, dont on suivra facilement les sinuosités, en considérant les espaces excavés. *RAMMELSBERG;* Pl. 18.

Les substances dont se compose la masse exploitable, sont le cuivre et le fer pyriteux avec le plomb sulfuré, accompagnés de quartz, de chaux carbonatée, de baryte sulfatée compacte, et quelquefois de cuivre gris *[fahlerz]*, de zinc sulfuré et de pyrites arsenicales. Substances du gîte.

Les minerais sont argentifères et aurifères, mais dans une très-foible proportion, sur-tout à l'égard de l'or. Ce sont les minerais de plomb et de cuivre qui contiennent l'argent, et c'est de ce dernier qu'on obtient l'or, mais sans qu'on sache précisément dans quelle espèce de minerai la nature l'a déposé. Ce métal existe en si petite quantité dans toute la masse des minerais, que les essais répétés des diverses espèces n'ont encore pu faire découvrir sa présence dans aucune. Le plus souvent, les substances indiquées ci-dessus sont tellement mêlées ensemble, qu'il en résulte, pour les minerais du Rammelsberg, un aspect tout particulier, peu susceptible d'une description rigoureuse, mais très-propre à les faire reconnoître de quiconque les a vus une fois.

Tantôt le minerai de plomb présente une masse compacte, très-pesante, d'un gris bleuâtre et terne, masse qui contient le zinc, et qu'on distingue par le nom de minerai brun *[braunerz]*; ce minerai diffère de celui qu'on appelle ailleurs *bleyschweif* [plomb sulfuré compacte]: tantôt le plomb sulfuré est à petites facettes brillantes, ordinairement d'un grain serré; tantôt c'est un mélange stratifié de plomb sulfuré compacte et de schiste argileux, qui se trouve au toit du gîte de minerais, et Minerais de plomb.

RAMMELSBERG, Pl. 18.

qu'on nomme ici *bleykniest:* tantôt c'est le minerai dit *braunerz*, qui est stratifié entre les feuillets du schiste ; on nomme alors ce minerai *schiefererz*, minerai schisteux : tantôt enfin, plusieurs des variétés ci-dessus sont mêlées, soit entre elles, soit avec du fer sulfuré. En général, le plomb sulfuré ne se trouve pas ici en cristaux complets.

Minerais de cuivre.

Le minerai de cuivre, plus ou moins riche, et le plus souvent d'un jaune pâle qui décèle sa pauvreté, se présente tantôt seul, et rarement cristallisé, tantôt avec un peu de *fahlerz*, tantôt mêlé avec le minerai dit *braunerz*, avec le zinc ou avec le plomb sulfuré, tantôt enfin stratifié entre les feuillets du schiste argileux, d'une manière analogue à ce que nous avons déjà remarqué concernant le minerai de plomb. Dans ce dernier cas, on distingue le minerai de cuivre par le nom de *kupferkniest*.

Le fer pyriteux est très-abondant; il contient beaucoup d'arsenic : souvent il est intimement mêlé, et, pour ainsi dire, pétri avec le plomb sulfuré.

Minerais vitrioliques.

Outre les substances dont il vient d'être fait mention, on trouve abondamment, dans la mine du Rammelsberg, divers sulfates de fer, de cuivre et de zinc, quelquefois cristallisés, souvent altérés par l'air, ordinairement dissous dans l'eau, et pénétrant, à l'aide de ce fluide, les masses de remblai qui remplissent les espaces excavés. De cette infiltration continuelle, il résulte que les remblais entassés dans les anciens ouvrages augmentent de volume, acquièrent, en peu d'années, une dureté considérable, se colorent diversement d'après la nature et les proportions des sulfates qu'ils renferment, et deviennent de véritables minerais vitrioliques, qu'on exploite pour la préparation des sulfates. Les ouvriers distinguent ces minerais par les divers noms de *atramentstein*, *misi* et *kupferrauch*. Quelquefois le cuivre se présente ici à l'état de cuivre natif ou de cuivre de cémentation. De beaux cristaux de chaux sulfatée se rencontrent aussi dans les vieux ouvrages.

Excavations de la mine.

Une mine aussi ancienne que l'est celle du Rammelsberg, et qui jadis étoit divisée entre plusieurs compagnies d'exploitans, ne peut manquer de présenter un grand nombre de puits et d'excavations, parmi lesquels plusieurs ne servent plus essentiellement pour la continuation

des travaux. Aujourd'hui que toutes les parties de cette mine sont soumises à une même direction et coordonnées à un même système, il pourra être intéressant de jeter un coup-d'œil sur tous les puits existans, afin de comparer leur nombre avec celui des puits employés. On verra ainsi combien le service de la mine est simplifié, depuis que les diverses exploitations sont réunies en une seule, sous le rapport technique. On en conclura facilement quel avantage il en doit résulter sous le rapport économique. *RAMMELSBERG*, Pl. 18.

Les puits existans sont distingués par les noms suivans : (Voyez *fig. 1, 2* et *3.*) Puits existans

AB, puits d'extraction dit *Kahnekuhler schacht ;*

C, ancien puits d'extraction, dit *Serenissimorum-tiefster,* servant aujourd'hui de puits d'airage ;

EF, nouveau puits d'extraction, dit *Neuer treibschacht,* dans lequel s'opère aussi l'épuisement des eaux;

GH, puits incendié en l'année 1800;

I K, ancien puits d'extraction, dit *Raths-tiefster;*

L, ——— d'épuisement, dit *Alter kunstschacht;*

N, ——— d'airage, dit *Breitlinger wetterschacht;*

P, ——— d'extraction, dit *Innier schacht;*

R, ——— de descente, dit *Richtschachter fahrschacht;*

S, ——— d'extraction, dit *Richtschachter ziehschacht;*

T, ——— dit *Voigter schacht;*

V, ——— dit *Lüdersüller schacht;*

Z, ——— dit *Winkler schacht;*

W, puits de descente dit *Tageschachter fahrschacht;*

&, ancien puits de recherche, et fouilles qui l'avoisinent.

Parmi ces quinze puits, il n'en est que deux qui soient employés aujourd'hui pour l'exploitation; c'est par les puits AB et EF que s'opèrent toute l'extraction et tout l'épuisement. Les minerais sont élevés, dans ces puits, jusqu'au niveau de la galerie de roulage i, par des machines à molettes *1* et *2,* qui sont construites et pourvues de *tirailles,* comme les machines d'extraction que nous décrivons ailleurs. (*Voyez* pl. 33 et 34.) Parvenus au niveau i de la galerie, les minerais y sont roulés jusqu'au Puits employés.

RAMMELSBERG, Pl. 18.

Épuisement.

jour dans des chariots dits *chiens*. (*Voyez* pl. 16.) L'épuisement des eaux a lieu entièrement dans une partie du puits EF, dont nous avons vu que l'autre partie est consacrée à l'extraction. Des répétitions de pompes aspirantes, semblables à celles que nous décrivons ailleurs (*voyez* pl. 11), sont disposées dans ce puits; et par leur moyen, les eaux sont élevées jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement f, dont l'orifice est indiqué sur notre carte du Hartz (pl. 2), auprès et à l'est de Goslar, par la lettre *s*. (*Voyez* aussi le tableau inséré pag. 102 du tom. I.)

Eaux motrices.

Les roues hydrauliques des deux machines d'extraction (*1* et *2*) et celles des deux machines d'épuisement (*3* et *4*), dont les tirailles sont placées horizontalement dans les galeries adjacentes aux cages des roues, sont mises en mouvement par les eaux de l'étang U. (Voyez *fig. 2* et *3*.) Ces eaux se rendent d'abord sur la roue hydraulique *1*, par la galerie l, dite *Herzberger-wasserlauf*; de là, elles tombent successivement sur les roues hydrauliques *2*, *3*, *4*, et retournent enfin au jour par la galerie g, ancienne galerie d'écoulement dont l'orifice est indiqué sur notre carte du Hartz. (*Voyez* pl. 2, au sud de Goslar, lettre *t*.) On n'obtient sur la roue hydraulique *1*, que la chute supérieure de l'étang U; le surplus d'eau nécessaire aux autres roues provient de la chute inférieure de l'étang, et arrive sur les roues par les galeries v, w, dites *wasserlauf* ou aqueducs.

Les détails de semblables constructions sont réunis sur les planches intitulées *Économie des eaux motrices*; il seroit superflu de nous y arrêter. (*Voyez* pl. 31 et 32.)

Cages de roues.

Outre les cages de roues hydrauliques, dont il vient d'être question, il en existe deux autres qui sont, comme les précédentes, taillées dans le roc. (*Voyez* n.os *5* et *6*.) L'une de ces cages (n.° *5*) renfermoit encore, en l'année 1807, une roue qui faisoit jouer des pompes dans le puits L, pour soulager les deux autres machines d'épuisement: une partie des eaux élevées par celles-ci, dans le puits EF, se rendoit alors par la galerie e, dite *wasserstrecke*, dans le fond du puits L, et de là elle étoit épuisée par le moyen de la roue *5*, qui depuis a cessé d'être nécessaire. Quant à la cage n.° *6*, il y a très long-temps qu'on ignore quelle desti-

nation elle peut avoir eue jadis. Elle est remarquable par un beau muraillement gothique, qui l'a fait prendre pour une chapelle souterraine. De là, des fables auxquelles cette cage de roue doit le nom de chapelle, qu'elle a conservé *[capelle]*. RAMMELSBERG. Pl. 18.

La galerie de roulage i n'est percée que depuis quelques années; c'est à elle que la mine est redevable de ses avantages actuels. Avant que cette galerie existât, on étoit obligé d'élever les minerais jusqu'au point A par le moyen d'une machine d'extraction; de là, par l'effet seul de leur poids, les minerais, déposés dans des chariots de roulage, descendoient sur un plan incliné de charpente, depuis le point A jusqu'au point Z, près duquel sont situées les laveries de la mine (voyez *d e, fig. 1* et *3*) : les chariots pleins, en descendant, faisoient remonter les chariots vides. Aujourd'hui, par les dispositions expliquées ci-dessus, on est dispensé de l'entretien d'une partie considérable du puits A B, et de tout le plan incliné *d e;* de plus, l'extraction s'opère beaucoup plus rapidement qu'autrefois. Nouvelle galerie avantageuse.

Les puits sont, en général, garnis d'un boisage semblable à celui que nous représentons ailleurs. (*Voyez* pl. 11.) Ce boisage se maintient longtemps en bon état, sans frais considérables, parce que l'air chaud de cette mine exploitée par le feu, le préserve de l'humidité. C'est par ce motif que plusieurs anciens puits subsistent encore, quoiqu'ils soient devenus inutiles; d'ailleurs, quelques-uns d'entre eux facilitent la circulation de l'air. Quant aux galeries, elles sont tantôt dans le roc nu, tantôt revêtues d'un boisage qui souvent doit offrir la plus grande résistance; tantôt enfin elles sont revêtues d'un beau muraillement. Parmi les galeries muraillées, on remarque sur-tout celles qui avoisinent les roues hydrauliques, et qui servent au passage des tirailles horizontales, depuis les cages des roues jusqu'aux puits correspondans. Les matériaux nécessaires pour la maçonnerie et le remblaiement, sont fournis par une carrière située dans la partie supérieure de la montagne, ainsi que l'indique la *fig. 1;* c'est de là qu'on fait parvenir les pierres à l'orifice du puits AB, sur un plan incliné, après quoi on les fait descendre dans les tonnes jusqu'au lieu de leur destination. Boisage. Muraillement. Carrière extérieure.

Avant de passer au mode d'exploitation, nous indiquerons encore, comme un objet digne d'attention, une source d'eau douce et potable, Source intérieure.

Rammelsberg, Pl. 18.

qui se présente au point 7 dans cette mine; toutes les autres eaux y sont vitrioliques et cémentatoires. On obtient un peu de cuivre de ces dernières, dans la galerie l, par le moyen de vieilles ferrailles qu'on soumet à leur action, suivant le procédé ordinaire.

Exploitation du gîte.

Le système général d'exploitation se compose des opérations suivantes:

1.° On s'avance vers le gîte de minerais, successivement à différens niveaux, par des galeries de traverse, qui partent des puits d'extraction et aboutissent au mur de la masse couchée. (Voy. *n, p, q, r, s, fig. 1* et *3*.)

2.° On pratique dans le niveau qu'il s'agit d'exploiter, de grandes voûtes au sein du minerai, par le moyen du feu, ainsi que nous le verrons plus tard. (Voyez *fig. 2*.)

3.° On exhausse le sol de ces voûtes au moyen de terrasses formées de déblais, à mesure que leur faîte s'élève.

4.° On recueille les minerais que l'action du feu a détachés de leur gîte; quelquefois on a recours, pour cet objet, au tirage à la poudre.

5.° Enfin, les minerais obtenus sont roulés vers les puits d'extraction, d'où ils parviennent au jour, comme il a été dit ci-dessus.

Travail par le feu.

Voyons comment s'exécute le travail par le feu; et pour cela, considérons l'exploitation dans l'état où elle étoit en 1809. On remarquera, sur la *fig. 2*, la régularité des voûtes déjà pratiquées au niveau B C, et les autres voûtes d, e, qui sont déjà en pleine activité. C'est dans les niveaux inférieurs b, a, qu'il s'agit de porter les travaux. Pour cela, au premier de ces étages, la galerie de traverse étant déjà terminée, on prépare une voûte d'exploitation b, qui, par la suite, doit devenir semblable à celles des niveaux supérieurs : en même temps, à partir du point a, auquel on est parvenu par un petit puits b a, foncé dans le gîte de minerais suivant son inclinaison (voyez *fig. 1*), on commence la galerie de traverse a F dans la roche, par le moyen du tirage à la poudre. La roche est aussi attaquée, à partir du point F, par une semblable taille, qui va à la rencontre de la première. De cette manière, quand les voûtes du niveau c seront épuisées et remblayées, celles du niveau b seront en pleine activité: il y en aura d'autres de préparées au niveau a, et l'on pourra pousser l'exploitation au-dessous de ce niveau, en suivant

cette même méthode, par laquelle on est parvenu jusqu'à la profondeur actuelle. RAMMELSBERG. Pl. 17.

Dans le travail par le feu, il faut distinguer, 1.° le cas où il s'agit de commencer une voûte à partir de son sol; 2.° le cas où, la voûte ayant déjà une certaine hauteur, il s'agit d'en élever encore le faîte. Dans le premier cas, on entame d'abord le mur du gîte de minerais, à l'aide du tirage à la poudre : quand ce dépouillement est exécuté sur une certaine longueur, parallèle à la direction, ainsi qu'on le voit en b *(fig. 2 et 3)*, on dispose sur le sol un premier lit horizontal de bûches de sapin, et par-dessus on place d'autres bûches presque verticales qui s'appuient contre le minerai, de sorte que la flamme, en se développant, s'applique sur la partie qu'il faut entamer. Lorsque, après quelques opérations semblables, la flamme n'atteint plus le minerai du faîte qui commence à s'exhausser, on élève une petite terrasse de déblais au mur du gîte, et c'est alors sur cette terrasse qu'on dispose un bûcher comme ci-dessus. Les anciens mineurs commettoient la faute de placer constamment de telles terrasses au toit, et par conséquent de disposer les bûchers contre cette partie du gîte, de manière que la flamme circuloit du toit vers le mur; il en résultoit l'affoiblissement du toit et la perte de beaucoup de minerai qu'on ne pouvoit obtenir faute de solidité : de plus, on brûloit beaucoup plus de bois qu'aujourd'hui, parce que l'action de la flamme se perdoit en partie dans la masse du toit, au lieu de se concentrer sur la portion de minerai qu'il s'agissoit de faire éclater. Aujourd'hui, c'est en général du mur au toit que l'on fait circuler la flamme, dans le premier des cas indiqués ci-dessus.

Disposition des buchers. 1.° Entaillement du sol.

Quant au second cas, on fait toujours en sorte qu'entre le faîte de la voûte et les déblais sur lesquels on établit le bûcher, il n'y ait pas plus de 2 mètres de hauteur, afin que la flamme embrasse également toute la concavité de la voûte, et produise un effet uniforme sur toutes ses parties. Dans ce même second cas, le bûcher, formé de lits horizontaux et disposés en croix l'un sur l'autre, présente quatre faces libres et verticales, ce qui lui a fait donner le nom d'armoire *[schrank]* par les ouvriers.

2.° Entaillement du faîte.

C'est principalement le samedi, que le feu est appliqué à tous les

Combustion des bûchers.

RAMMELSBERG, Pl. 17.

bûchers disposés dans la semaine. On commence par faire brûler ceux des étages supérieurs de l'exploitation, afin que les bûchers inférieurs ne nuisent pas à la combustion des premiers. Ainsi, on allume, dans les étages supérieurs, dès 4 heures du matin; de proche en proche, le garde-feu et son aide descendent vers les étages inférieurs, ce qui dure jusqu'à 3 heures du soir. Vainement essaieroit-on de décrire le spectacle majestueux et terrible que présente la flamme, en se déployant sous ces voûtes de métal, qu'elle remplit bientôt de ses vastes tourbillons; bornons-nous à remarquer l'effet utile qu'elle produit. Lorsque, pendant quelques momens, la flamme a frappé le gîte de minerais, on sent une forte odeur de soufre, et quelquefois d'arsenic : bientôt on entend quelques détonations dans la voûte. Tout-à-coup on voit la partie correspondante de la flamme se colorer en bleu, ou en blanc; et dans ce moment même, après une légère explosion, il tombe ordinairement sur le feu des plaques plus ou moins considérables de minerai; mais la majeure partie des matières attaquées reste encore suspendue à la voûte : les minerais y sont alors dans un état d'ébranlement et de division, qui permet de les détacher ensuite, au moyen de longues tiges de fer. C'est ainsi que le feu, volatilisant tout-à-coup quelques principes tels que le soufre, le zinc, l'arsenic et l'eau, changeant par-là l'état d'agrégation des parties constituantes du minerai, et déployant contre elles la force expansive des principes volatilisés, facilite l'excavation dans ces matières dont la ténacité résiste à l'effet de la poudre.

La combustion dure, sans que personne entre dans la mine, depuis le samedi jusqu'au lundi matin, jour auquel le garde-feu et ses aides achèvent d'éteindre les restes des brasiers. Le lundi on dispose encore quelques bûchers dans les parties où l'effet des premiers n'a pas été complet; on les allume après que les ouvriers sont sortis de la mine; et le mardi, on s'occupe de détacher les minerais, de les trier, de les extraire et de préparer de nouveaux bûchers pour le samedi suivant.

Tâche des ouvriers.

Le travail d'une semaine se compose, pour chaque homme, de cinq postes de jour, chacun de 8 heures, et d'un poste de 4 heures pour le samedi; de plus, on accorde aux ouvriers qui le demandent un supplément de paie avantageux pour quelques postes de nuit, chacun de

5 heures, qu'il leur est permis d'entreprendre jusqu'à concurrence de quatre fois par semaine. RAMMELSBERG. Pl. 17.

Le prix de toutes les parties du travail se règle d'après la quantité de tonnes de minerai qui est fournie à l'extraction : on compte à cet égard par quarantaine de tonnes; c'est cette quantité qu'on appelle un *treiben*. (*Voyez* le Tableau, pag. 102 du tom. I.er)

La tonne offre une capacité de 7 pieds cubes et $\frac{1}{2}$ (mesure de Brunswick); elle contient, s'il s'agit

De minerai de plomb	6. qtx.	27 liv.
——— de cuivre	5.	89.
De débris de bûchers, dits *brandstaub*	6.	"
De minerais vitrioliques, dits *kupferrauch*	3.	15.

Chacune de ces sortes de minerais est extraite séparément. Contre trois tonnes de minerai proprement dit, on obtient en général une tonne des débris de bûcher dits *brandstaub;* c'est un mélange de charbons et de fragmens de minerai.

La quantité totale de minerais à extraire pendant un certain espace de temps est réglée à l'avance, et pour chacune des parties de la mine; elle s'élève communément de 17 à 18 *treiben* ou quarantaines de tonnes par semaine, pour tout l'ensemble de l'exploitation, d'après le terme moyen de cinq années. (*Voyez* tom. I.er, pag. 102.) Pour obtenir du gîte de minerais chacune de ces quarantaines de tonnes, on emploie, pendant la semaine correspondante, un atelier composé de quatre mineurs et de deux ou trois aides, qui sont payés et éclairés d'une manière analogue à ce qui a été exposé dans les Notions préliminaires. (*Voyez* I.re partie, chap. VII, pages 133 et 147.)

Le travail d'un atelier consiste à disposer des bûchers, à détacher le minerai qui a déjà éprouvé l'action du feu, à casser les blocs obtenus, à séparer le minerai des débris de bûcher, et, quand cela peut être utile ou praticable, à forer des trous pour le tirage à la poudre. La chaleur est telle dans cette mine, que les hommes sont obligés d'y travailler sans aucun vêtement.

Nous avons déjà remarqué qu'outre le travail par le feu, qui est le plus usité, on avoit quelquefois recours au tirage à la poudre. Tirage à la poudre.

RAMMELSBERG, Pl. [illegible]. C'est, par exemple, pour reprendre le sol des voûtes, contre lequel le feu ne peut agir qu'imparfaitement, parce que la flamme tend toujours à s'en écarter; ou bien c'est pour se débarrasser de quelques parties saillantes qui nuiroient à l'effet d'un bûcher; ou bien enfin, c'est pour dépouiller la masse de minerais de la roche environnante, et pour obtenir ainsi du schiste propre à la construction des terrasses de déblais.

Le tirage à la poudre s'exécute à prix fait: on le règle de manière qu'un ouvrier gagne environ 6 gros ou 90 centimes par poste de travail.

En général on emploie ce procédé quand les chefs d'atelier jugent qu'un trou de mine bien placé pourra enlever assez de minerai pour payer le temps, la réparation des outils et la poudre qu'exige son effet; mais il est rare qu'il en soit ainsi. Le fait suivant donnera une idée de la ténacité que présente souvent le gîte de minerais.

Ténacité du gîte. En 1808, dans la partie de l'étage C qui se trouve au sud-est du puits A B, on attaqua, par un trou de mine à un seul homme, le minerai, qui était une pyrite de fer et de cuivre extrêmement compacte. Après onze postes d'un travail opiniâtre, et par conséquent en 88 heures, l'ouvrier, exactement surveillé, n'avoit pu pousser le trou qu'à la profondeur de 4 pouces; et pour cela il avoit mis entièrement hors de service 126 fleurets, outre que 26 autres avoient été regarnis d'acier et 201 aiguisés: on avoit dépensé 6 livres et $\frac{1}{4}$ d'huile pour l'éclairage; et il fallut une demi-livre de poudre pour faire éclater le trou. Il résulte d'un calcul établi sur ces faits par l'administration des mines, que chaque pouce de la profondeur de ce trou coûtoit à-peu-près 1 florin ou 3 francs.

Les minerais de plomb sulfuré à petites facettes brillantes sont les seuls que l'on puisse obtenir par le tirage à la poudre, sans augmenter le salaire des ouvriers; mais en pareil cas, la dépense en poudre et en réparation d'outils surpasse de beaucoup l'économie que l'on fait sur le bois. Cependant, en quelques endroits, par exemple dans l'étage q, au sud-ouest du puits C, on ne peut obtenir ces minerais que par le tirage à la poudre, parce qu'aux environs de l'espace qu'ils occupent, il existe [illegible] ouvrages remplis de boisage, auprès desquels il seroit trop dangereux d'employer le feu.

En comparant la dépense nécessaire pour obtenir les minerais de plomb et de cuivre par le feu, avec celle qu'exige leur entaillement par le tirage à la poudre, on parvient au résultat suivant: *Rammelsberg, Pl. 17.* Frais d'entaillement.

Quarante tonnes coûtent, tout compris, salaire, éclairage, bois et poudre, par le feu, 12 rthlr. $\frac{1}{2}$; par la poudre, 38 à 40 rthlr.

Cette dernière méthode est aussi reconnue plus avantageuse, dans cette mine, que l'usage du marteau et de la pointerole, dont on ne se sert plus que dans les puits, pour entailler la roche avant d'y placer le boisage.

On voit que, quand même le bois, dont nous avons indiqué ailleurs l'énorme consommation, seroit ici moins abondant et plus coûteux qu'il ne l'est, l'exploitation par le feu seroit encore préférable, pour la mine du Rammelsberg, à tout autre mode d'entaillement. Il paroît même certain que, dans aucune supposition, l'emploi de la poudre ne seroit praticable pour toutes les parties de la mine; si le combustible venoit à manquer, il faudroit renoncer à exploiter le Rammelsberg, quoique cette montagne contienne encore une grande quantité de métaux.

Le roulage des minerais jusqu'au jour s'opère dans des *chiens de mine.* (*Voyez* pl. 16.) Chacun de ces chariots rapporte, vers le puits d'extraction d'où il est parti, quelques bûches de sapin, qui sont ensuite envoyées, dans les tonnes de la machine d'extraction, jusqu'à l'étage où elles doivent être employées pour le travail par le feu. Le nombre des ouvriers nécessaires pour le roulage varie en raison de la distance qu'ils doivent parcourir, depuis l'atelier qui fournit les minerais jusqu'aux puits d'extraction AB ou E F. (Voyez *fig.* 2 et 3.) Au bas de chacun de ces puits, sur la place d'assemblage convenable, se trouvent deux hommes qui chargent les tonnes. A l'orifice supérieur de chacun des mêmes puits, sont postés le conducteur de la machine d'extraction, et l'ouvrier qui décharge les tonnes: enfin les minerais, élevés jusqu'au niveau de la galerie de roulage i, sont de nouveau chargés dans des *chiens de mine,* et transportés ainsi jusqu'au jour. Roulage.

Si, dans toute mine, la libre circulation de l'air est un objet de la plus haute importance, à plus forte raison doit-on sentir la nécessité d'un airage bien entendu dans toutes les parties d'une mine où le mode d'ex- Airage.

RAMMELSBERG, Pl. I.K. ploitation soutient la température de l'air à 40 degrés de Réaumur, lorsque les ouvriers y rentrent après la combustion des bûchers, et où d'ailleurs il faut qu'en leur absence cette combustion puisse s'opérer avec activité. Mais vu l'étendue des travaux et leur corrélation, vu le nombre des puits, des galeries, et les différences de niveau, c'est pour ainsi dire de lui-même que l'airage s'établit dans la mine du Rammelsberg : la haute température le favorise, loin de lui nuire ; le secours de l'art consiste seulement à placer avec intelligence quelques portes qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté, pour déterminer la circulation de l'air. Jetons un coup-d'œil sur les points principaux de son trajet habituel.

Entrée de l'air. L'air extérieur entre dans la mine par l'orifice du puits I K, qu'on voit *fig. 2* et *3*, et par celui de la galerie d'écoulement g g, que nous avons déjà remarqué au sud de la ville de Goslar. Les deux courans se réunissent au point K : de là, une partie de l'air descend à travers les espaces indiqués par les n.os *6* et *7* (*fig. 2*), jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement f f, pour se porter ensuite vers les travaux qui avoisinent le puits E F, tandis qu'une autre partie se rend vers le puits L, et là se réunit à l'air extérieur qui entre par la galerie w. La colonne d'air qui résulte de cette réunion, se divise en deux portions : l'une d'elles se rend, par la galerie g g, jusque dans les travaux u s, situés au-dessous du puits V ; l'autre portion d'air descend dans le puits L, jusque sur la galerie f f ; de là elle se porte dans le puits E F, et, s'y réunissant à l'air extérieur qui entre par les galeries l et i, elle tombe jusque dans le fond des travaux, d'où l'air se répand dans tous les espaces excavés.

En même temps, par l'orifice supérieur du puits A B, il entre de l'air extérieur qui circule de même dans tous les travaux. Par l'orifice de la galerie d'écoulement f f, il en entre aussi qui se porte dans les excavations situées au-dessous des puits P, T, V.

Sortie de l'air. La sortie de l'air a lieu par le puits C, pour tous les travaux qui sont situés au-dessous des puits I K, L, E F ; quant à tous les autres espaces excavés, l'air qui les a parcourus se partage, pour sortir de la mine, entre les puits P, T, V, Z, qui le ramènent au jour.

Terminons par l'indication des noms au moyen desquels on dis-

tingue les principaux ateliers d'exploitation actuellement en activité. (Voyez *fig.* 1, 2 et 3.) RAMMELSBERG. Pl. 17.

Ateliers.

a, b, percement profond, dit *Tiefe feldort;*

c, voûte inférieure d'exploitation, dite *Untere erzschraam;*

d, —— moyenne, ... *Mittlere erzschraam;*

e, —— supérieure, ... *Obere erzschraam;*

m, —— d'exploitation, sur la branche du gîte qui est située au toit, dite *Breitlinger weite;*

n, —— de même nom, entre le gîte principal et la branche située au toit;

o, —— dite *Kahnekuhler weite;*

p, —— dite *Kahnekuhler erzschraam;*

q, —— dite *Katzer erzschraam;*

r, —— d'exploitation de minerais schisteux *[kniest]* qui sont employés comme addition dans les usines;

s, —— d'exploitation de minerais, dite *Tageschachter untere erzschraam;*

t, —— dite *Lüdersüller obere weite;*

u, exploitation de remblais vitrioliques, dite *Eschenstaller kupferrauchs weiten.* Il y en a plusieurs de ce genre dans les anciens travaux.

Parvenus au jour, les minerais sont cassés, triés et lavés dans les bâtimens situés auprès de l'orifice de la galerie d'extraction i; on les classe, autant que leur aspect le permet, en minerais de plomb, de cuivre, de soufre et de vitriol; de là, ils sont transportés aux diverses usines, où ils subissent un nouveau triage plus soigné.

Nous ne nous arrêterons pas ici à considérer les travaux de préparation mécanique: ils doivent nous occuper ailleurs, d'après des exemples plus instructifs. (*Voyez* pl. 45 à 47.)

CHAPITRE V.

EXPLOITATION DES MASSES.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 19.

Mines de cuivre de Fahlun en Suède.

FAHLUN. Pl. 19.

Coup-d'œil général.

LES mines de cuivre de Fahlun en Suède sont ouvertes depuis un temps immémorial; leur activité s'est déployée sur-tout depuis le commencement du XVII.e siècle, époque de la fondation de la ville dont elles portent le nom.

Gisement.

C'est une masse couchée de pyrites, qu'on exploite en cet endroit: elle est renfermée dans un schiste micacé qui, d'après les observations de MM. Hausmann et Léopold de Buch, se rapporte à une époque géognostique de formation, que ces savans naturalistes regardent comme récente dans le terrain primitif [*Jüngere granit-gneuss-und-glimmer-schiefer formation*].

Ce gîte remarquable de minerais de cuivre présente la forme d'un ellipsoïde, dont le grand axe est parallèle à l'inclinaison des bancs de la roche environnante.

Sur les *fig. 1* à *4*, qui sont relatives à ces mines, on remarquera d'abord ce qui suit:

Une teinte d'un gris pâle indique la pyrite de fer qui constitue le *noyau* de la masse couchée;

Une teinte d'un gris foncé indique le quartz *subordonné* au schiste micacé, dans lequel la masse est renfermée;

Une teinte jaune indique la *zone exploitable:* cette zone présente un mélange de pyrite de fer et de pyrite de cuivre, avec un peu de plomb sulfuré; elle est bornée par une enveloppe composée de substances talqueuses, telles que serpentine, schiste talqueux, schiste chloriteux,

et de mica, d'amphibole, d'actinote, &c. Il en résulte, tout autour de la masse couchée, une surface lisse, espèce de lisière que les mineurs allemands désignent par le nom de *schlechten* ou *schlichten*, et les mineurs suédois par le nom de *skoelen* ou *skolar*. Souvent, la lisière contient elle-même des particules disséminées de pyrite de cuivre et de plomb sulfuré. Immédiatement autour de l'enveloppe ou lisière, se présente un banc de quartz pur, après lequel on trouve, en quelques endroits, une seconde lisière talqueuse, qui contient, comme la première, de la pyrite de cuivre et du plomb sulfuré. Ce banc de quartz pur est renfermé, comme une roche subordonnée, dans le schiste micacé qui constitue, avec le gneiss et le granite, les montagnes au sein desquelles se présente le gîte de minerais. *FAHLUN.* Pl. 19.

M. le baron Hermelin, auquel nous sommes redevables d'une représentation géométrique des mines de Fahlun, publiée en suédois, indique l'existence d'une roche *calcaire*, en un point rappelé par cette désignation sur la *fig. 2.*

Notre pl. 19 présente les objets suivans :

Fig. 1, coupe verticale, faite sur le gîte de minerais suivant la ligne X B C Y de la *fig. 2*. Cette coupe passe d'abord de l'est à l'ouest, depuis le point X jusqu'au puits B, qui porte le nom du roi *Adolph-Fredrik;* ensuite elle passe du sud-est au nord-ouest par le puits B et par le puits C, qui est désigné par le nom de *Lovisa-Ulrica;* *Fig. 1.*

Fig. 2, projection horizontale des principaux ouvrages qui sont situés au-dessus d'un plan horizontal passant par le fond du puits B. (*Voyez* Q R, *fig. 1.*) *Fig. 2.*

Pour éviter la confusion qui ne manqueroit pas d'avoir lieu, si l'on projetoit sur un même plan tous les points de ces ouvrages très-compliqués, nous avons disposé les projections de manière qu'il devînt facile de les distinguer, ainsi qu'il suit :

Tous les ouvrages souterrains qui, dans la *fig. 2*, sont exprimés par le blanc du papier, se trouvent, dans la réalité, au-dessus des plans horizontaux qu'indique, sur la *fig. 1*, la ligne brisée I J K L M N O P.

Tous les ouvrages qui, dans la même *fig. 2*, sont indiqués par des lignes ponctuées, ouvrages dont les projections sont quelquefois couvertes par

FAHLUN, Pl. 19.

les projections en blanc, se trouvent, dans la réalité, au-dessus du plan horizontal qui passeroit par le fond du puits B (*voyez* QR, *fig.* 1), et au-dessous de IJKLMNOP.

Auprès des projections en blanc, de même qu'auprès des projections ponctuées qu'elles cachent en partie, on voit des chiffres qui expriment, en toises de Suède et en douzièmes de toise, à quelle profondeur chacun des points qui en sont affectés, se trouve, dans la réalité, au-dessous de la ligne horizontale qui est marquée *o (zéro)* dans la *fig.* 1. Pour plus de clarté, les chiffres qui correspondent aux projections en blanc sont écrits dans le sens ordinaire, de gauche à droite, et ceux qui correspondent aux projections ponctuées, sont écrits dans un sens perpendiculaire au premier.

Il a été nécessaire de supprimer, dans les figures, quelques parties des ouvrages dont les projections sont exprimées par le blanc du papier, afin que ces dernières ne dérobassent point la vue des projections ponctuées, dans les endroits où il pouvoit être intéressant de suivre la liaison qui existe entre les divers niveaux. C'est ainsi que les points g, k, h, l, m, n, indiquent des arrachemens ou suppressions auxquels il est facile de suppléer par les communications qu'indique la coupe *fig.* 1, du moins d'une manière suffisante pour notre objet, qui est de faire connoître la disposition générale du gîte de minerais et des travaux d'exploitation. On voit, par exemple, sur la *fig.* 1, qu'à la profondeur d'environ 86 toises, il existe une communication horizontale entre le point L*n* et le puits B, communication que le plan *fig.* 2 ne peut que rappeler par l'arrachement *n*. Les correspondances de niveau exprimées par les chiffres, jointes aux lettres qui se correspondent sur la coupe et sur les plans, pourront suffire pour indiquer de semblables communications, qui paroissent être supprimées dans les dessins publiés en Suède.

Fig. 3.

La *fig.* 3 offre la projection horizontale des ouvrages qui se trouvent entre un plan horizontal qui passeroit par QR, et un autre plan horizontal qui passeroit par ST de la *fig.* 1.

Il importe de remarquer que le point *b b* de la *fig.* 3 est le fond du puits B; ainsi, au moyen des carreaux que portent ces *plans-maillés*, il est facile de considérer le plan *fig.* 3, comme appliqué convenablement

sous le plan *fig. 2* (*bb* étant sous B, et les carreaux se correspondant). Par-là, on peut voir quelle position et quelle courbure prend, à différens niveaux, l'ellipsoïde exploitable dont nous avons déjà parlé. *FAHLUN.* Pl. 19.

La *fig. 4* est la projection horizontale des ouvrages situés entre un plan horizontal qui passeroit par S T, et un autre qui passeroit par U V de *fig. 1*. *Fig. 4.*

C'est au centre de cette projection que se ferme, dans la profondeur, l'ellipsoïde dont la lisière exploitable présente la forme. Il est encore à propos de remarquer que, sur le plan *fig. 2*, la teinte jaune qui indique la masse exploitable, ne se rapporte qu'à la forme qu'offre cette masse au-dessus des niveaux I J K L M N O P de *fig. 1*. Quant au plan inférieur que la même *fig. 2* rappelle par des lignes ponctuées, la teinte jaune, s'il avoit été possible de l'y placer sans confusion, s'y trouveroit également autour des espaces excavés: ainsi, la projection de ces espaces, qui est représentée par des lignes ponctuées sur la *fig. 2*, indiquera suffisamment la forme de la zone métallifère aux différens niveaux, si l'on compare cette projection avec les autres. *(Fig. 1 à 4.)*

Après avoir considéré le gisement de la masse couchée de minerais, jetons un coup-d'œil sur les moyens d'exploitation, tant au jour qu'à l'intérieur.

A la surface du terrain, les mines de Fahlun présentent les traces d'un effroyable bouleversement. Par suite des désordres auxquels l'exploitation fut livrée autrefois, les anciens travaux s'écroulèrent en l'année 1687. De cette catastrophe, il est résulté deux abîmes en forme d'entonnoir; ils sont réunis dans une vaste excavation, dont les bords supérieurs sont projetés sur le plan *fig. 2*, par la ligne courbe a b c d e f. (*Voy.* aussi *fig. 1.*) Au sein de cette excavation, dans les deux abîmes G, H qu'elle renferme, se trouvent les deux ouvertures principales des mines de Fahlun: l'abîme G correspond aux travaux qui sont nommés *Maensnil*, d'après le nom d'un habile mineur; l'abîme H est au-dessus de la grande mine, dite *Stora-Grufva.* (Voyez *fig. 2.*) Travaux extérieurs.

On descend à découvert dans l'excavation a b c d e f, jusqu'à la profondeur de 50 toises, par un escalier commode qui est indiqué sur le plan *fig. 2* (entre les lettres c, d). Dans l'intérieur de la mine, de petits Entrées de la mine.

Fahlun, Pl. 19.

escaliers tortueux, pourvus de rampes, et souvent interrompus par des galeries horizontales ou légèrement inclinées, conduisent jusqu'à la profondeur de 148 toises; passé ce niveau, on ne peut parvenir qu'au moyen des échelles à la plus grande profondeur, qui est de 193 toises de Suède. Remarquons en passant que la plus grande profondeur, en l'année 1768, étoit de 170 toises, et, en l'année 1775, de 180 toises, au rapport de plusieurs auteurs qui ont décrit ces mines à différentes époques.

Eaux motrices.

L'épuisement des eaux et l'extraction des minerais s'opèrent au moyen de roues hydrauliques, mises en mouvement par les eaux d'un grand étang qui est situé au sud-ouest de l'exploitation. Depuis cet étang jusqu'à la ville de Fahlun, qui est située à 500 toises au nord-est de l'excavation a b c d e f, la chute et la distribution des eaux motrices sont ménagées avec art, d'une manière analogue à ce que nous décrivons ailleurs, d'après l'exemple du Hartz. (*Voyez* pl. 31 et 32.) Aux mines de Fahlun, les mêmes eaux passent successivement sur trente roues hydrauliques, tant pour le service des travaux intérieurs que pour celui des ateliers de préparation mécanique; ensuite elles mettent en mouvement un grand nombre d'autres roues hydrauliques, dans les usines qui sont établies auprès de la ville. Ces eaux motrices finissent par se jeter dans le grand lac de Runn, sur lequel s'opèrent les transports de bois et de charbon pour le service de divers établissemens.

Puits principaux.

Les puits principaux sont désignés par les noms suivans; les roues qui se rapportent à leur service sont placées à la surface du terrain: (Voyez *fig. 1* et *2*.)

A, puits *Konung Fredrik*, pourvu de plusieurs roues d'extraction et d'une roue d'épuisement. Cette dernière est mise en communication avec les pompes du puits A, au moyen d'un équipage de tirans de bois, analogue à ceux qui sont représentés, d'après le Hartz, sur la pl. 33;

B, —— *Konung Adolph-Fredrik*, avec deux roues d'extraction;

C, —— *Lovisa-Ulrica*, avec une roue d'extraction;

D, —— *Graff-Wrede*, avec une roue d'épuisement, qui est aussi appliquée au service de plusieurs autres ateliers;

E, —— dit *Creutz schacht*, avec une roue d'extraction;

F, —— dit *Wrangels schacht*.

Outre les roues hydrauliques, il existe, auprès de chaque puits d'extraction, une machine à molettes, qui peut être mue par des chevaux, en cas que les eaux motrices viennent à manquer. Sur plusieurs petits puits, l'extraction s'opère au moyen de simples treuils mus à bras d'hommes. *FAHLUN*, Pl. 19. Machines.

Ce sont des chaînes de fer qu'on emploie pour cet objet, parce que les eaux vitrioliques, qui abondent dans les mines de Fahlun, ne permettent pas d'employer des cables : comme le fer ne laisse pas d'être attaqué par ces eaux, il est défendu de descendre dans les tonnes; par la même raison, tous les corps de pompe sont en bois, ce qui augmente considérablement le frottement des machines.

Depuis quelques années, on met à profit les eaux vitrioliques, en les faisant passer, au sortir des mines, sur des ferrailles qui se chargent ainsi de cuivre de cémentation. Les eaux sont ensuite concentrées dans un bâtiment de graduation, à la manière des eaux salées, puis évaporées dans des chaudières. On obtient ainsi, tous les ans, environ 600 quintaux de vitriol vert [sulfate de fer], et quelque peu de vitriol bleu [sulfate de cuivre]. Eaux vitrioliques.

D'après la disposition de la masse qu'il s'agit d'exploiter, il est facile de se faire une idée du système général suivant lequel sont pratiquées les excavations souterraines. L'objet important et difficile étoit de résoudre le problème qu'a dû présenter pendant long temps un tel gîte de minerais, attaqué au hasard sur tant de points divers; c'est en quoi s'est le plus signalée, dans ces derniers temps, l'habileté des directeurs de ces travaux. D'après leur exemple, on ne sauroit trop recommander l'étude approfondie des gîtes de minerais, à tous ceux qui se proposent d'exploiter des mines. Travaux intérieurs.

Dans la masse de Fahlun, le système général d'excavation à l'intérieur consiste à pratiquer des percemens, tant horizontaux que verticaux, et à disposer des chambres ou ateliers d'exploitation, dans l'enveloppe talqueuse qui contient le minerai de cuivre: on tâche de ne pas s'écarter de cette lisière, qui dirige le mineur; dès qu'on cesse de l'apercevoir, on la recherche par des galeries et des foncemens.

De ce mode d'exploitation, qui ne sauroit être plus régulier, vu la disposition naturelle de la masse, il résulte de nombreuses excavations

Fahlun, Pl. 19.

dirigées dans tous les sens; les unes sont abandonnées; les autres sont en exploitation active, ou simplement en recherche, suivant que le minerai se montre plus ou moins abondant au sein de l'enveloppe talqueuse. Chacune de ces excavations porte le nom de quelque personnage recommandable, ou rappelle quelque circonstance intéressante de l'exploitation. C'est ainsi, par exemple, qu'un des ateliers (voy. *fig. 3*, lettre *z*) porte le nom de M. Hermelin, auquel nous sommes redevables d'une connoissance exacte du gîte de minerais qu'on exploite à Fahlun. Ailleurs, une galerie nommée *Ubi sunt* [où sont-ils!] semble attester l'embarras dans lequel durent se trouver les mineurs, en pratiquant dans la pyrite de fer ce percement qui ne les conduisoit pas au minerai de cuivre. (Voyez *fig. 2*, lettre C, *41, 6.*)

On remarquera, au contraire, qu'une autre galerie parallèle *(41, 8)*, qui est ouverte à quelque distance de la précédente vers le nord, se trouve placée convenablement sur l'enveloppe talqueuse et métallifère.

Moyens d'exploitation.

Au rapport de Jars (*Voyages métallurgiques*, tom. III, pag. 39), la plupart des excavations que présentent les mines de Fahlun ont été pratiquées à l'aide de l'exploitation par le feu, d'une manière analogue à ce que nous avons décrit au sujet de la pl. 18; mais l'approfondissement des puits a lieu par le tirage à la poudre. Des flambeaux de bois de sapin sont employés pour l'éclairage des travaux: le roulage des minerais s'opère dans de grands chariots traînés par des chevaux qui habitent la mine. L'étendue des excavations exige souvent de forts soutiens de boisage et de muraillement. La description de ces mines, que le savant auteur des *Voyages métallurgiques* donna en l'année 1767, annonçoit que les *diverses opinions sur ce gîte de minerais ne sauroient être éclairées qu'avec le temps, et par des ouvrages de communication* (tome III, page 37). Cette annonce nous paroît acquérir un nouveau degré d'intérêt, par la comparaison qu'on en peut faire avec ce qui vient d'être exposé, d'après des observations plus récentes: quant aux détails qui concernent l'administration et les produits des mines de Fahlun, connues sous le nom de *Kopparberg*, nous renvoyons à ce qui en a été dit dans le tome I de la *Richesse minérale* (pag. 331 et 541).

Principales excavations.

Nous terminerons l'explication des *fig. 1* à *4* de notre pl. 19, en indiquant les noms des points les plus remarquables des mines de Fahlun.

Ces points se trouvent tous sur les plans *fig. 2, 3* et *4;* mais quelques-uns seulement sont indiqués sur la coupe *fig. 1*, où ils portent les mêmes lettres que sur les plans. Les points qui se trouvent en même temps sur la coupe et sur les plans, sont distingués ci-après par un astérisque *.

On pourra reconnoître ce qui suit, savoir:

Sur la Figure 2,

1.° Dans les projections qu'indique le blanc du papier, avec des chiffres écrits dans le sens ordinaire:

a, foncement dit *Tilas saenkning* *;
b, chambres d'exploitation dites *Vagt maestar orten;*
c, foncement dit *Myrbad saenkning* *;
d, ——— *Stoeckenstroms;*
e, ——— *Falk* *;
f, ——— *Olof hans;*
g, chambre dite *Oestra Ambrus ort;*
h, ——— *Hedwig;*
i, ——— *Nedra drottning orten;*
k, travaux de la mine dite *Erikunats grufva;*
l, *Hedenblads orten;*
m, *Ingel hans slott* *;
n, *Flottan* *;
o, descente nommée *Kron prinz Gustav-waeg* *.

2.° Dans les projections ponctuées, avec des chiffres écrits dans un sens perpendiculaire au premier:

p, travaux nommés *Prinz Gustav* *;
q, *Bergsorten;*
r, galerie d'écoulement dite *Hedenblads stoll;*
s, fond du puits nommé *Creutz schacht;*
t, *Edwig Elisabeth-Charlotte* *;
u, *Biskopen.*

Sur le plan Figure 3,

v, *Consistorium* *;
w, *Lilienberg;*
x, *Substituten* *;
y, *Kurbitsen* *;
z, foncement dit *Hermelins saenkning;*
aa, *Louisa-Charlotta* *;
bb, fond du puits B, dit *Konung Adolph-Fredrik.*

FAHLUN. Pl. 19.

Sur le plan Figure 4,

cc, General adjudanten *;
dd, Stjerngranat *;
ee, Ofverste marskalken;
ff, point le plus profond des travaux, dit *Stjernkrona* *.

Mine d'étain d'Altenberg en Saxe.

ALTENBERG. Pl. 19.

Gisement.

Nous avons nommé *masses entrelacées* ces gîtes de minerais que les mineurs allemands désignent par le nom de *stockwerke* (qui signifie, soit ouvrage en pleine masse, soit travaux par étage), d'après la disposition générale des ateliers souterrains qu'exige leur exploitation raisonnée. Suivant M. Werner, cette multitude de filons très-minces, très-peu étendus, s'inclinant, se dirigeant dans tous les sens, et très-rapprochés les uns des autres, qui constitue une masse entrelacée, un *stockwerk* enfin se rapporte presque toujours à une époque de formation qui a dû suivre de très-près l'époque à laquelle s'étoit déjà formée la roche environnante. C'est sur-tout le minerai d'étain qui affecte ce gisement : nous avons déjà indiqué, dans les Notions préliminaires, qu'on en trouve des exemples célèbres dans les mines de la Haute-Saxe et de la Bohême. La situation de plusieurs masses entrelacées, ainsi que l'ensemble des principaux faits qui se rapportent à leur gisement et à leur exploitation, sont indiqués sur notre carte générale du *Erzgebirge* (pl. 2).

Considérons ici plus particulièrement la masse entrelacée de minerais d'étain qu'on exploite, depuis l'année 1458, auprès de la ville d'*Altenberg* en Saxe. Tel est l'objet des *fig. 5* à *11* de la pl. 19.

Roches.

La roche qui renferme la masse entrelacée d'Altenberg, est un porphyre primitif, superposé au gneiss. La pâte de ce porphyre est très-quartzeuse, et en partie pénétrée de chlorite. Il est assez difficile, au premier aspect, de reconnoître cette roche pour un porphyre, parce que le feldspath y est confondu dans la pâte quartzeuse; on y distingue des particules disséminées de quartz. Ce porphyre, qui renferme la masse, est d'autant plus quartzeux, qu'il en est plus voisin.

Minerai et gangues.

La masse elle-même est presque entièrement formée de quartz, dans lequel, outre le minerai d'étain oxidé, qui est disséminé en particules

souvent imperceptibles, on trouve du wolfram, des pyrites de cuivre et de fer, de la pyrite arsenicale, du fer oligiste, du molybdène et du bismuth sulfuré, avec des gangues de lithomarge, de spath-fluor, de mica et de feldspath. *ALTENBERG*, Pl. 19.

Au-dessus du porphyre qui constitue la roche environnante, se présente la syénite, au sein de laquelle se dirigent des filons de minerai d'étain, comme l'indique notre carte, pl. 2; mais bornons-nous à considérer la masse entrelacée.

Dans quelques-unes de ses parties, on a rencontré des dépôts de minerais plus abondans que ne le sont les autres, ordinairement éparpillés dans cette masse : mais la disposition, la continuité, la fréquence des dépôts riches, ne paroissent assujetties à aucune loi que l'observation puisse saisir pour l'appliquer à une direction symétrique des travaux souterrains; on s'en convaincra en jetant les yeux sur les *fig.* 5 à 9 de la pl. 19.

L'image des excavations irrégulières par le moyen desquelles on a poursuivi le minerai, fait assez voir que l'espace qu'il occupe au sein de la masse quartzeuse est un véritable dédale; cependant, on remarquera sur les figures que la principale extraction a eu lieu vers le nord-ouest. Le plus souvent, le minerai d'étain est tellement disséminé dans la roche, qu'il semble être une de ses parties constituantes. L'œil du mineur le plus exercé ne peut alors distinguer si un fragment, obtenu de la masse, est roche ou minerai, c'est-à-dire, stérile ou métallifère. C'est vraisemblablement à cause de cette incertitude, presque continuelle, qui nécessite des essais dont nous ferons mention plus tard, que les mineurs allemands ont désigné l'étain oxidé, quand il est ainsi disséminé, par le nom de *zwitter*, qui, en général, veut dire *ambigu*. Coup-d'œil sur les *Fig.* 5 à 9.

Dans l'origine de l'exploitation d'Altenberg, depuis le milieu du XV.e siècle, on avoit pratiqué au hasard des fouilles irrégulières sous une étendue de terrain et jusqu'à une profondeur considérables. Au commencement de l'année 1620, les travaux souterrains de 21 compagnies différentes correspondoient à une surface du sol de 3822 toises carrées, au-dessous de laquelle chacune de ces compagnies exploitoit à son gré, sans avoir égard aux autres : il en résulta, le 24 janvier de la même année, un effondrement subit des travaux alors existans. Ancien abîme.

Altenberg, Pl. 19.

La mine fut totalement bouleversée jusqu'à une profondeur d'environ 170 toises, à laquelle étoient parvenus les intrépides dévastateurs. Le contour d'un vaste abîme qui fut ouvert par cette catastrophe, est représenté, sur la *fig. 6*, par la ligne courbe *b b b b*, tel qu'on le voit à la surface du sol, auprès et au nord-est de la ville d'Altenberg. La profondeur visible de cet abîme est à-peu-près de 66 toises; elle est indiquée, sur la *fig. 5*, par la ligne courbe *b' b' b'*; mais le bouleversement est encore reconnoissable jusqu'à une profondeur de 95 toises au-dessous de cette courbe *b' b' b'*, et par conséquent jusqu'à 35 toises au-dessous de la plus grande profondeur des travaux actuels, qui est représentée sous le puits B, *fig. 5*.

Travaux actuels.

C'est en partie sous l'abîme *b b*, dont nous venons de faire mention, qu'est située aujourd'hui l'exploitation de la masse entrelacée : là, on emploie une méthode d'éboulement *[bruchbau]*, tandis que, dans la partie non bouleversée, on exploite par étages *[stockwerksbau]*.

Avant de nous arrêter à ces deux genres d'ouvrages d'arrachement, il est à propos de jeter un coup d'œil sur la disposition générale des travaux préparatoires; pour cela considérons les figures suivantes :

Fig. 5.

La *fig. 5* présente la projection verticale des travaux souterrains, faite sur un plan parallèle à la ligne X Y de *fig. 6*. Les espaces excavés y sont indiqués par des teintes d'autant plus foncées, qu'ils sont situés plus loin derrière la ligne X Y, en allant du sud au nord.

Pour que les différences de niveau fussent plus sensibles, nous les avons exprimées, sur cette figure, d'après une échelle double de celle qui, dans la même *fig. 5*, mesure les distances horizontales : on comparera facilement ces deux échelles avec celle que nous avons adoptée pour les *fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11*.

Fig. 6.

La *fig. 6* est un plan sur lequel sont projetés horizontalement tous les ouvrages qui sont indiqués, à différens étages, par la *fig. 5*. Dans ce plan, les excavations qui se rapportent à un même étage sont distinguées par une même taille de gravure, par un même chiffre, et, quand il en est besoin, par une même couleur que sur la *fig. 5*.

Un coup-d'œil comparatif, sur la *fig. 6* et la *fig. 5*, suffira pour faire reconnoître que la mine d'Altenberg comprend deux arrondissemens

situés, l'un vers le puits B, et l'autre vers le puits C. On reconnoîtra aussi que, dans quelques étages, comme par exemple aux niveaux indiqués par *5*, *10*, les excavations de l'arrondissement C sont en communication directe avec celles de l'arrondissement B, tandis que, dans les étages *6*, *7*, il n'existe pas de communication directe d'un arrondissement à l'autre : enfin, on verra comment, de l'étage *8*, considéré dans l'arrondissement C, on descend à l'étage *9*, considéré derrière l'arrondissement B et au-delà du puits C. ALTENBERG, Pl. 19.

La *fig. 7* offre séparément le plan de l'étage qui est distingué par le chiffre *9* et par une même taille de gravure sur les *fig. 5* et *6*. Les espaces laissés en blanc au milieu de la teinte grise représentent les piliers ménagés dans l'excavation. *Fig. 7.*

Pour peu qu'on examine ces trois figures, on se fera une première idée de l'ensemble compliqué qui nous occupe ; mais bientôt on remarquera que, sur la *fig. 5*, la hauteur des excavations semble exagérée, relativement à leur largeur, ce qui provient de la différence des échelles indiquées ci-dessus : on remarquera encore que, dans cette même projection verticale, certaines excavations sont projetées les unes sur les autres, quoique, dans la réalité, il existe entre elles plus ou moins de distance horizontale, comme l'indiquent les *fig. 6* et *7*. Enfin, la comparaison des *fig. 5*, *6* et *7*, fera voir que certains étages, comme l'étage n.° *9* et l'étage n.° *6*, sont en partie cachés dans la *fig. 6*, parce que la projection des autres étages ne permet pas que l'œil se rende compte de leur forme générale, comme il peut le faire, par exemple, pour les étages *3*, *5*, *8*, *10*, *11*. C'est pour écarter les incertitudes et les erreurs qui pourroient naître de ces remarques, qu'aux figures précédentes nous avons ajouté quelques détails, par le moyen des *fig. 8*, *9*, *10* et *11* : ces quatre dernières figures sont sur la même échelle que les *fig. 6* et *7*.

La *fig. 8* offre séparément le plan de l'étage *6*, considéré dans l'arrondissement C : une même teinte bleue indique l'emplacement de cet étage sur les *fig. 5* et *6*. *Fig. 8.*

La *fig. 9* est une projection ou coupe verticale du même étage *6*, faite d'après la même échelle que le plan. Les excavations sont représentées ici dans leurs véritables rapports de hauteur et de largeur, et non plus *Fig. 9.*

ALTENBERG, Pl. 17. comme dans la *fig. 5*, qui avoit pour objet de rendre la hauteur plus sensible. Au-dessus et au-dessous de l'étage *6*, la *fig. 9* rappelle les étages voisins, considérés dans l'arrondissement C.

Fig. 10. La *fig. 10* fait voir la projection horizontale de la portion de l'étage *6*, qui est dérobée à la vue dans l'arrondissement B, *fig. 6*.

Fig. 11. La *fig. 11* est une coupe verticale qui correspond au plan *fig. 10*. On y voit, au-dessous de l'étage *6*, les portions des étages *7*, *8*, *9*, *10*, qui sont situées dans l'arrondissement B.

Les mêmes caractères et couleurs rappellent les mêmes objets sur toutes ces figures.

Dans les *fig. 5* et *6*, on distinguera les objets suivans :

Puits. A, puits de descente, dit *Paptoepfer schacht;*

B, puits d'extraction, dit *Saustaller schacht.* Auprès de l'orifice de ce puits, on voit la roue d'une machine hydraulique *(fig. 6)*;

C, puits d'extraction, dit *Kreutzer schacht*, également pourvu d'une machine hydraulique. Chacun des puits A et C est garni d'échelles, et offre par-là un moyen d'entrer dans la mine; mais à l'égard du puits B, les échelles, à compter de la cinquième au-dessous de l'orifice situé au jour, sont disposées dans une descente accessoire b;

D, puits intérieur pour l'épuisement des eaux *[wasser-schacht]*. Il est pourvu d'une machine hydraulique dont la roue est située en *d*. Dans ce puits sont disposés treize jeux successifs de pompes aspirantes, d'une manière analogue à ce que nous décrivons ailleurs. (*Voyez* pl. 11 et pl. 13.)

Eaux motrices. E *(fig. 6)*, étang qui procure les eaux motrices à la machine d'épuisement située en *d*: auprès de cet étang, se trouve l'orifice d'une galerie qui conduit dans la mine les eaux destinées à mouvoir la roue hydraulique *d*. (Voyez *1*, *fig. 5* et *6*.) L'autre extrémité de cette galerie aboutit dans le puits B, au niveau de 24 toises au-dessous de la surface du terrain. Depuis ce niveau jusqu'à celui où se trouve la roue *d*, les eaux motrices descendent dans une suite de conduits de bois, dont chacun a environ 15 pieds de long, et présente une ouverture intérieure d'un pied carré. Cette chute, d'environ 300 pieds, auroit pu donner

lieu à l'emploi d'une machine à colonne d'eau; mais jusqu'à présent, on a préféré opérer l'épuisement à l'aide d'une roue hydraulique à augets. *ALTENBERG*, Pl. 19.

F F', niveau de la galerie d'écoulement, dans laquelle sont versées les eaux souterraines qu'élèvent les pompes du puits D. L'étage de travaux correspondant est indiqué par le n.° *6*. L'orifice de cette galerie d'écoulement est situé à 936 toises vers l'est du puits D, au-delà de F'; elle porte les eaux souterraines dans le petit ruisseau de Geysing, qui se jette dans la Müglitz, ainsi qu'on le voit sur notre carte du *Erzgebirge* (pl. 2). En parcourant cette galerie, qui ajoute un quatrième moyen d'entrée et de sortie, et par conséquent de circulation d'air, à ceux que fournissent les puits mentionnés ci-dessus, on observe les faits suivans, à compter de son orifice : Galerie d'écoulement.

1.° Sur une longueur de 250 toises, la galerie est pratiquée dans une syénite porphyroïde, rougeâtre, à larges parties de feldspath en décomposition.

2.° Plus loin, sur une longueur de 290 toises en s'avançant toujours vers l'ouest, c'est-à-dire, vers la masse métallifère, on se trouve dans une roche qui a de l'analogie avec le gneiss et le schiste micacé.

3.° Les 396 toises de galerie qu'il faut encore parcourir avant d'arriver au puits d'épuisement D, sont pratiquées dans le porphyre qui renferme la masse entrelacée, ainsi que nous l'avons déjà vu. C'est dans cette galerie qu'on reconnoît la superposition de la syénite sur le porphyre, dont il a été fait mention ci-dessus.

Remarquons encore dans cette mine quelques-uns des points les plus dignes d'attention; tels sont les suivans : Excavations.

G, foncement dit *Paptoepfer-gesenke;*

H, autre foncement plus récent, dit *neues Paptoepfer-gesenke;*

J, grande excavation en forme de voûte, désignée par le nom de *Kreutzer-weitung*. Sur le plan *fig. 6*, l'espace désigné par *3*, au-dessus de l'excavation J que distingue la couleur vermillon, exprime seulement le contour de cette même excavation, au niveau de l'étage *3*, parce qu'en cet endroit il n'existe plus de sol entre l'étage *5* et l'étage *3*.

L'ensemble de la mine présente 13 étages de galeries, parmi lesquels Étages d'extraction.

ALTENBERG, Pl. 19.

on distingue 11 étages d'extraction : on les reconnoîtra sur les *fig. 5* et *6* ainsi qu'il suit :

1, galerie déjà mentionnée, qui amène les eaux motrices sur la roue *d*;

2, premier étage d'extraction, à compter du jour, dans l'arrondissement C, qu'on nomme *Kreutzer-revier*, d'après le nom du puits C;

3, second étage, *idem*;

4, étage dit moyen *[mittlere sohle]*, dans l'arrondissement C, et dit *Rothbærtner*, dans l'arrondissement B, que l'on distingue par le nom de *Saustaller*, d'après le nom du puits B;

5, troisième étage d'extraction, dit *Weitner sohle*;

6, quatrième étage d'extraction, au niveau de la galerie d'écoulement *Stollen sohle*;

7, cinquième étage d'extraction, dit *Schildbacher sohle* dans l'arrondissement C, et *Mittlere sohle* dans l'arrondissement B;

8, sixième étage d'extraction, désigné par le nom de *Mützen* dans l'arrondissement C, et de *Wilschen* dans l'arrondissement B;

9, septième étage d'extraction, dit *Schwedler* dans l'arrondissement C, et *Lange-streckner* dans l'arrondissement B;

10, huitième étage d'extraction, au fond des puits C et B *(treibschacht-tiefste sohle)*;

11, premier étage *[erste sohle]*, dans le foncement G; c'est le neuvième étage d'extraction à compter du jour;

12, second étage *[zweyte sohle]*, *idem*; c'est le dixième à compter du jour;

13, troisième étage *[dritte sohle]*, *idem*; c'est le onzième étage d'extraction au-dessous de la surface du terrain C A B, *fig. 5*.

Il ne sera pas sans intérêt pour les minéralogistes, de noter ici que la substance nommée *topaze-picnite* se trouve dans cette mine, au niveau de l'étage marqué *10*, entre les deux puits C et B, hors de l'effondrement *b' b' b'*. Cette substance constitue, avec le mica dont elle est accompagnée, une petite masse distincte qui paroît renfermée dans la masse métallifère.

Modes d'exploitation.

Considérons maintenant, 1.° l'exploitation dite *par étages [stockwerksbau]*, dans les parties non bouleversées de la masse entrelacée; 2.° l'ex-

ploitation par éboulement *[bruchbau]*, qui a lieu dans les parties bouleversées.

ALTENBERG, Pl. 19.

Chambres par le feu.

1.° A partir des puits, on a pratiqué aux différens niveaux, à mesure que l'approfondissement les atteignoit, des excavations dont le nombre et les dimensions attestent le plus ou moins d'abondance des minerais qui en furent obtenus. La seule règle applicable en pareil cas, consiste à extraire d'un même niveau autant de minerai qu'il est possible, sans porter atteinte à la solidité, ni de l'étage correspondant, ni des étages supérieurs. Pour cela, il faut ménager des piliers capables de soutenir le faîte des excavations pratiquées en forme de voûte. Les *fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10* et *11*, indiquent plusieurs de ces piliers, qui sont exprimés par le blanc du papier, dans les espaces qui représentent les excavations. Il faut de plus laisser intacte, entre un étage et celui qui le suit immédiatement dans la profondeur, une certaine épaisseur de la masse exploitable. A Altenberg, cette épaisseur réservée est communément de 5 à 6 toises : on respecte de même les parties de la masse métallifère qui avoisinent les puits ou les galeries de roulage que chaque étage doit présenter.

La moindre épaisseur qu'on puisse réserver, du faîte d'une excavation en voûte au sol de l'étage supérieur, est fixée à une toise: il faut encore faire en sorte que les piliers d'un étage se trouvent, autant qu'il est possible, supportés par ceux de l'étage inférieur. On ne s'écarte de ces règles que lorsque les circonstances l'exigent impérieusement. Comme ici le mineur n'est pas conduit par l'allure du minerai, ainsi qu'il le seroit dans un filon ou dans une couche, on sent qu'il n'est pas d'exploitation où il soit plus nécessaire d'être éclairé, par des plans et profils exacts, sur la disposition la plus convenable des travaux.

Un système d'excavations pratiquées en forme de voûtes situées au même niveau, ou du moins à-peu-près, telles enfin que celles que nous venons de considérer, est ce qu'on nomme un étage *[sohle]*. Dans les mines d'Altenberg, où les anciens n'ont pas suivi les règles rappelées ci-dessus, plusieurs de ces voûtes ont atteint des dimensions que le mineur le plus intrépide ne sauroit mesurer sans effroi. Une telle excavation ou vaste chambre *[weitung]* est exploitée de bas en haut, et sur les côtés, par le moyen d'un feu de bois, disposé de manière à faire

ALTENBERG, Pl. 19.

éclater la roche qui constitue ses parois : c'est ainsi que successivement la voûte s'élève et s'élargit; mais afin que le feu soit toujours établi à une distance convenable du faîte qu'il doit attaquer, et en même temps pour être dispensé de transporter les déblais hors de la mine, on dispose ces déblais en massifs sur le sol de chaque étage; par ce moyen, le sol se trouve exhaussé à mesure que le faîte est excavé. Comme nous avons présenté ailleurs l'exemple d'une plus grande exploitation par le feu, nous ne nous y arrêterons pas davantage. (*Voyez* pl. 18.)

Chambres par éboulement.

2.° Quant aux parties bouleversées, pour qu'on puisse y établir l'exploitation dite par éboulement *[bruchbau]*, il faut qu'il existe dans leur voisinage un puits à partir duquel on pratique des chambres au sein des ruines. Une telle chambre est soutenue, de tous les côtés, par une forte charpente sous laquelle l'ouvrier déblaie les blocs de roche métallifère qui viennent successivement se présenter à lui, ou bien les attaque à l'outil, s'ils sont trop volumineux. Quelquefois un ouvrier, travaillant de cette manière dans une chambre d'éboulement dite *bruchort*, est resté fort long-temps à la même place, quoiqu'ayant déjà obtenu une quantité considérable de minerai. On sent, en effet, que les blocs détachés par le bouleversement qu'a éprouvé la mine, doivent descendre successivement vers l'atelier : c'est ainsi qu'un nouveau bloc vient s'offrir derrière la charpente de sûreté, dès que l'ouvrier a déplacé celui qui en retenoit un autre dans la partie bouleversée.

A mesure qu'une chambre d'éboulement cesse de fournir des blocs de minerai, on cherche à en établir de nouvelles dans les étages inférieurs.

Nous avons indiqué plus haut, qu'avant la catastrophe de 1620, les anciens avoient déjà porté leurs travaux jusqu'à 78 toises au-dessous du niveau de la galerie d'écoulement F F′, c'est-à-dire, jusqu'à une profondeur totale de 170 toises, comptées verticalement depuis l'orifice du puits C. L'exploitation par éboulement n'a lieu aujourd'hui qu'à une profondeur de 45 toises, au-dessous du niveau F F′; de sorte que le mineur, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, a encore 35 toises d'éboulement à traverser au-dessous de lui, avant de parvenir aux roches intactes.

Facilités d'exploitation.

En l'année 1806, on comptoit, dans la mine d'Altenberg, 130 chambres où cette exploitation par éboulement étoit en activité, et seu-

lement 4 excavations où l'on exploitoit par le feu. Les travaux intérieurs occupoient 180 ouvriers. *ALTENBERG.* Pl. 19.

C'est ainsi que le mineur profite aujourd'hui des fautes de ses devanciers : le bouleversement qui en fut la suite, rend l'exploitation beaucoup moins difficile : mais cet avantage fut acheté bien cher; car, dans la catastrophe de l'année 1620, les travaux dispendieux de vingt-une compagnies furent anéantis, avec sept machines d'extraction qui existoient au jour. A la vérité, les ouvriers, heureusement absens de la mine pendant cette catastrophe, qui éclata un dimanche, échappèrent, comme par miracle, à une mort affreuse; mais toute la ville d'Altenberg resta exposée aux plus grands dangers, par le voisinage d'un abîme.

Il n'est donc nullement à desirer, quoi qu'en puissent dire quelques exploitans avides, que le mineur prépare à la postérité de semblables facilités d'exploitation. Si cela est vrai, même à l'égard d'un gîte de minerais tel que celui que nous venons de considérer, à combien plus forte raison ne reconnoîtra-t-on pas que, dans les gîtes disposés avec une certaine symétrie, comme les filons, les couches, et la plupart des masses ou amas, l'art d'exploiter, loin de préparer des bouleversemens, doit être l'art de conserver les mines, en ne les étendant qu'avec ordre et prudence.

L'extraction des minerais s'opère, dans la mine d'Altenberg, par le moyen de deux machines hydrauliques. Comme elles ne présentent rien de particulier, il seroit superflu de nous y arrêter. (*Voyez* pl. 33.) Contentons-nous, à ce sujet, de consigner ici quelques détails concernant la richesse ou plutôt la pauvreté des minerais d'étain, dits *zwitter*, ou minerais ambigus. **Extraction.**

Pour éviter d'attaquer, dans la mine, une roche non métallifère, ou un minerai trop pauvre, dont le produit en étain ne pourroit compenser les frais d'exploitation, on soumet, de temps en temps, quelques fragmens pris dans la masse exploitable, à un essai purement mécanique : cet essai consiste, 1.° à broyer sur une table de granite, dans la mine même, un morceau de roche d'un volume connu; 2.° à laver, à la main, dans une augette ou sebile de bois, la poudre qui en résulte; 3.° à estimer, d'après le volume du résidu obtenu en minerai d'étain lavé, ou *schlich*, **Essai des minerais.**

ALTENBERG, Pl. 19.

la quantité d'étain métallique qu'on peut espérer d'un volume connu de roche métallifère.

Nous essaierons d'expliquer ce mode d'estimation, au moyen des nombres suivans :

La mine que nous venons de considérer, procure annuellement environ 1600 quintaux d'étain, poids de Leipzig, d'après les comptes de l'année 1804; c'est plus des quatre cinquièmes du total que fournit l'arrondissement d'Altenberg. Pour obtenir cette quantité de métal, il faut extraire, par semaine, 480 voitures dites *fuhr*, de la roche métallifère qui est le minerai *zwitter :* chacune de ces voitures contient 16 quintaux de minerai, dans une capacité totale d'environ 18 pieds cubes; c'est, pour l'année entière, une extraction de 400000 quintaux à-peu-près. Ainsi, quant au poids, 1000 parties de la roche métallifère ne procurent communément que 8 parties de minerai concentré, ou *schlich* d'étain, tenant 50 p. 100, d'où il résulte 4 parties de métal.

Quant au volume, on peut regarder les 400000 quintaux de roche métallifère comme correspondant à un massif compacte de 200000 pieds cubes, déduction faite de tout espace vide dans le chargement, soit des tonnes d'extraction, soit des voitures de transport.

Comme le *schlich* qui résulte de ces 200000 pieds cubes tient toujours 50 p. 100, et pèse environ 4 quintaux par pied cube, on peut admettre que le poids total de *schlich*, pour l'année, est de 3200 quintaux, et par conséquent que le volume total de cette matière est de 800 pieds cubes. Ainsi, 1000 parties de minerai brut donnent communément, en volume, 4 parties de *schlich* concentré jusqu'à la teneur de 50 p. 100.

Cela posé, si l'on essaie, dans la mine, au moyen de l'augette indiquée ci-dessus, un morceau de minerai brut qui présente un volume de 20 pouces cubes, ce morceau doit procurer un résidu de *schlich* équivalant à 70 lignes cubes. L'essayeur estime, par analogie, que ce résultat est obtenu, lorsque le résidu offre une surface égale à celle d'une certaine pièce de monnoie, par exemple, d'une pièce de 2 francs, ou d'un florin, mais avec une épaisseur moitié moindre. Si le résultat

s'annonce comme inférieur à la teneur qui vient d'être indiquée, la roche paroît peu digne d'être exploitée. *Altenberg*, Pl. 19.

Communément, d'après ce qui précède, un quintal de minerai d'étain résulte de l'extraction de 16 voitures, chacune de 16 quintaux; mais comme le minerai se présente quelquefois plus riche, quelquefois aussi on l'exploite quoique plus pauvre : par exemple, on descend assez souvent jusqu'à une teneur telle, que, pour obtenir un quintal d'étain, il faille 20 voitures dites *fuhr;* dans ce cas, 1000 parties de minerai, en poids, ne procurent que 3 parties $\frac{1}{10}$ de métal : mais si le minerai paroît devenir tel, qu'il en faille constamment 20 voitures pour obtenir un quintal d'étain, le mineur cherche un endroit plus favorable, cette teneur n'étant capable que de payer les frais d'exploitation, sans aucun bénéfice. On pourra le voir ci-après, par l'indication des circonstances économiques de la mine, relativement à l'année 1804. Teneur en métal.

Pour soutenir l'exploitation d'une mine d'où l'on obtient, depuis plus de trois siècles, une substance si pauvre en métal, il faut une grande activité dans l'extraction et dans la préparation mécanique des minerais. Ce dernier objet exige seul l'emploi de 15 ateliers de bocardage, dont l'ensemble présente 90 pilons en mouvement, avec un nombre correspondant de tables pour le lavage des *schlich*. (*Voyez* pl. 45 à 47.)

Malgré toutes ces difficultés et ces dépenses, la mine d'Altenberg, en produisant 1600 quintaux d'étain, qui valent environ 272000 fr., procure annuellement à ses actionnaires un bénéfice net de 60000 fr., valeur d'environ 353 quintaux d'étain (en l'année 1804). Bénéfice obtenu.

Ce bénéfice s'évanouiroit, si le minerai, au lieu de procurer communément 4 parties de métal, en poids, pour 1000 de roche métallifère, ne procuroit constamment que 3 $\frac{1}{10}$ pour 1000 parties ; car alors, toutes choses égales d'ailleurs, on n'obtiendroit que 1247 quintaux d'étain, dont la valeur seroit absorbée par les frais d'exploitation. Il n'en est pas ainsi, grâces aux progrès de l'art; mais au reste, là, comme dans toute mine bien administrée, le principal avantage de l'exploitation est celui que procure à l'État l'activité d'une industrie que l'art a su rendre permanente, malgré l'inconstance et la parcimonie de la nature.

CHAPITRE VI.

EXPLOITATION PAR OUVRAGE EN TRAVERS.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 20.

Mines métalliques de la Hongrie. (Voyez tome I.er)

Schemnitz, Pl. 20.

Objet de ce mode d'exploitation.

L'OUVRAGE en travers est un moyen d'exploiter un gîte de minerais, non plus en l'attaquant suivant sa direction, comme dans les exemples que présentent les pl. 13 à 16, mais en pratiquant des galeries ou tailles dirigées de son mur vers son toit. Ce mode fut inventé vers le milieu du dernier siècle, pour l'exploitation des filons puissans de Schemnitz en Hongrie : aujourd'hui on l'emploie avec avantage en plusieurs autres lieux, et notamment à Idria en Carniole, sauf quelques modifications qui dépendent des localités.

Les *fig. 1* à *3* de la pl. 20 représentent l'exploitation par ouvrage en travers, d'après l'exemple des mines de la Hongrie, qui sont décrites en allemand par le savant Ferber, dans son ouvrage intitulé *Abhandlungen, &c., uber Ungarn* (Berlin et Stettin, 1780.)

Fig. 1 à 3.

Un coup-d'œil sur les deux coupes verticales, *fig. 1* et *3*, et sur le plan *fig. 2*, fera reconnoître le mur m m et le toit t t du gîte de minerais qu'il s'agit d'exploiter. Une première galerie d'alongement E F étant pratiquée au mur, on commence par établir, perpendiculairement à cette galerie, des tailles transversales a, a, telles qu'entre deux il se trouve un espace suffisant pour en placer trois autres b, c, b (*fig. 2*). De chacune des tailles a, on obtient le minerai, en s'avançant, à l'aide du boisage, jusqu'à ce que le toit t soit atteint; cela fait, on remblaie ces premières tailles a ; les déblais qu'on y entasse, pour cet effet, sont déposés sur des pièces de bois, dont le sol est couvert, afin que si, par la suite, on exploite au-dessous, il ne puisse survenir aucun ébou-

lement. Ces mêmes tas de déblais ne s'élèvent que jusqu'à quelques pouces du faîte des tailles a, afin que l'exploitation de l'étage supérieur soit plus facile, le gîte de minerais s'y trouvant déjà libre par sa face inférieure. *Schemnitz.* Pl. 10.

A mesure que les tailles a du premier étage E F sont remblayées, on en retire la plus grande partie du boisage, qui est de nouveau employée ailleurs. L'exploitation et le remblaiement de ces premières tailles étant terminés, on exploite de même les tailles intermédiaires b, c, b, soit en commençant par les tailles c, soit en commençant par les tailles b, suivant ce qu'indiquent les localités. La *fig.* 2 fait voir que l'on peut s'arranger de manière qu'en cas de nécessité, il y ait toujours, entre deux tailles en activité, la distance de trois tailles, soit intactes, soit remblayées : ainsi, on peut enlever toute la portion du gîte de minerais qui correspond à un premier étage E F, et cette portion se trouve remplacée par les déblais qui servent de remblai.

En même temps, on prépare l'exploitation des étages supérieurs E′ F′, E^2 F^2, E^3 F^3, d'une manière analogue : pour cela, des puits h h^3, k k^3 sont pratiqués, de bas en haut, sur le mur m du gîte, et de ces puits partent des galeries d'alongement, établies successivement au niveau des étages qui s'élèvent ainsi l'un au-dessus de l'autre. (Voy. *fig.* 3.)

D'après ce qui précède, on reconnoîtra les objets suivans sur nos trois figures :

Détails des travaux.

a, a, premières tailles remblayées, au premier étage E F (*fig.* 2) ;

b, b, autres tailles remblayées postérieurement, sur le même étage ;

c, taille actuellement en exploitation (*idem*) ;

d, front de taille, ou lieu d'entaillement actuel du gîte exploitable ;

e, massif de roche stérile, réservé dans les tailles comme pilier de sûreté ;

f, galeries par le moyen desquelles on a tourné autour du massif e, pour aller établir, au toit t, un atelier suivant la direction du gîte ;

g, remblai, derrière le massif e ;

h, k, deux puits, montant, du premier étage E F, aux étages supérieurs d'exploitation, ainsi qu'il a été dit ci-dessus ;

SCHEMNITZ, Pl. 20.

m, mur, et t, toit du gîte de minerais.

Dans le second étage E′ F′, la galerie d'alongement F′ *(fig. 1 et 3)* n'est pas encore totalement percée; mais elle est plus avancée que celle du troisième étage, qui l'est elle-même plus que la galerie du quatrième. De cette disposition, il résulte un aspect général d'ouvrage à gradins renversés, sur la *fig. 3*.

Les choses étant en cet état, il est facile de voir ce qui suit: dès qu'on achève l'exploitation des tailles c, au premier étage, on peut commencer l'exploitation des tailles a′, a′ au second, y répéter ensuite ce qui a été fait à l'égard du premier, et, montant ainsi d'étage en étage, enlever tout le gîte de minerais, qui se trouve remplacé par des déblais.

Avantages de ce mode.

Dans l'emploi de ce mode, on a donc l'avantage de ne rien perdre; mais ce n'est pas le seul: les facilités qu'offre l'ouvrage en travers, pour l'emplacement des déblais, souvent incommodes dans une mine, et coûteux à extraire, la solidité qu'il assure par le remblaiement, l'économie de bois qui en résulte, enfin l'économie qui a lieu sur le prix de l'entaillement de la roche, à compter du second étage; voilà autant de motifs qui recommandent ce mode d'exploitation. Quelquefois il exige qu'on se procure des déblais, par le moyen de quelques percemens accessoires; mais alors il est facile d'établir, dans le voisinage des travaux, une vaste excavation en forme de voûte, espèce de carrière souterraine qu'on abandonne à l'éboulement, avec précaution, et où les déblais s'accumulent en peu de temps, sans des frais trop considérables.

Après avoir jeté un coup-d'œil général sur l'ouvrage en travers, considérons l'ensemble d'une grande exploitation où ce mode est en usage.

Tel est l'objet des *fig. 4* à *7* de la pl. 20, ainsi que des *fig. 1* à *6* de la pl. 21.

Mine de mercure d'Idria en Carniole.

IDRIA, Pl. 20.

Coup-d'œil général.

La célèbre mine de mercure d'Idria fut découverte en 1497, dans la vallée où se trouve la ville de ce nom, située à 9 lieues, vers le sud-ouest, de Laybach en Carniole. Une ancienne tradition en attribue la découverte à la réunion fortuite d'une certaine quantité de mercure au

fond d'un vase qui avoit été placé dans le bassin d'une source d'eau vive, que l'on montre encore aux voyageurs. *Idria.* Pl. 20.

A de premiers travaux de recherche, qui avoient été entrepris par les Vénitiens, alors maîtres de cette contrée, succéda, vers l'année 1575, un grand système d'exploitation régulière, que le gouvernement autrichien introduisit à Idria, en prenant possession de la mine.

Il seroit superflu d'entrer ici dans aucun détail concernant les principes d'administration qui, dès-lors appliqués à cette mine, en hâtèrent le développement, et depuis en ont assuré la prospérité. Ces principes et leur application furent absolument les mêmes que ceux qui, à la même époque, se répandirent avec tant de succès dans le Hartz et dans toute l'Allemagne, ainsi qu'on l'a vu dans la première division de cet ouvrage (*voyez* tom. I.er); qu'il nous suffise donc d'ajouter que, malgré la libéralité de la nature, qui avoit richement doté la vallée d'Idria, en y déposant un tel gîte de minerais, malgré la faveur du hasard, qui avoit révélé le précieux secret, malgré les premiers efforts des opulens et industrieux Vénitiens, la mine d'Idria n'auroit jamais été ce qu'elle est devenue, et ce qu'elle peut être long-temps encore, si les principes rappelés ci-dessus n'eussent dirigé son exploitation : on peut même assurer que, dans un pays où les travaux auroient été abandonnés au caprice et à la cupidité des particuliers, les trésors que renfermoit la vallée d'Idria auroient bientôt été perdus pour eux et pour la société. Mais bornons-nous désormais à considérer cet établissement sous le point de vue technique.

La vallée d'Idria est environnée de montagnes calcaires qui, au premier aspect, ne diffèrent que par leur élévation, de toutes celles dont la Carniole est hérissée. Roches environnantes.

La montagne dite *Erzberg*, sous laquelle s'étend l'exploitation, s'élève d'environ 50 toises au-dessus du niveau de la *Nicoua*, petite rivière qui coule à Idria, et s'y jette dans l'*Idriza*. (Voyez *fig.* 4 et 6, le niveau Y du fond de l'*Idriza*, et en X le niveau de la *Nicoua*.)

Le *Erzberg* est une branche du *Vogelberg*, montagne dont la cime atteint une hauteur d'environ 200 toises au-dessus du même niveau.

L'interposition de quelques couches minces d'un schiste noir, dans les bancs grisâtres de la roche calcaire dont ce schiste suit les fréquentes

IDRIA. Pl. 20.

ondulations, mais sur-tout la présence du minerai de mercure dans le schiste, et quelquefois dans le calcaire, telles sont les différences d'aspect que l'œil saisit entre les roches d'une grande partie de la Carniole et celles qu'offre l'intérieur des mines d'*Idria*.

Si l'on observe les roches qui se présentent aux environs, mais à quelque distance du gîte de minerais, on en rencontre plusieurs qui se rapportent au terrain primitif; tels sont, par exemple, le schiste micacé et une roche feldspathique, pénétrée d'amphibole verdâtre qui lui communique sa couleur, tandis que le calcaire dont cette même roche est imprégnée, lui donne souvent la propriété de faire effervescence avec les acides. Ces deux roches, ainsi qu'un calcaire blanc et cristallin, se trouvent sur les rives de la *Canomla*, torrent qui, venant du nord ouest, tombe dans l'Idriza, auprès du *Bas-Idria*, au nord, et à une lieue d'Idria proprement dit.

Plusieurs variétés de la même roche feldspathique verdâtre, se présentent, avec un schiste siliceux de même couleur, dans les montagnes de Kirchheim, à cinq lieues au nord-est d'Idria : enfin, le schiste siliceux et le schiste argileux se trouvent sur les bords de l'Idriza, auprès de *Kobila*, à une lieue de la mine. Si, de ce point, on se porte, soit au nord-ouest vers la seigneurie de Tollmein, soit au nord-est vers la seigneurie de Lach, dans un rayon de huit à dix lieues au nord d'Idria, on peut reconnoître une suite de montagnes composées d'un schiste de transition, dont les sommités sont le plus souvent couvertes par une roche calcaire : ce schiste s'étend jusqu'à la montagne dite *Jelousaberg*, non loin du canton de *Wochein*, où la Save prend l'une de ses sources; là, ce schiste disparoît sous le calcaire de la haute Carniole.

Gîte de minerais.

C'est sur le même schiste de transition, qui est tantôt bleuâtre, tantôt grisâtre, ou d'un brun noir, et quelquefois abondant en mica, que reposent les roches, par conséquent plus récentes, qui renferment le gîte de minerais de mercure, à l'étude duquel nous devons nous borner. Entrons dans quelques détails au sujet des substances que présente ce gîte remarquable.

Les masses minérales d'une certaine étendue que le mineur est dans le cas d'attaquer à Idria, sont classées ainsi qu'il suit, quant à la diffi-

culté de les entailler : cette difficulté, constatée par l'expérience, sert de base aux réglemens par lesquels sont déterminés la tâche et le salaire des ouvriers. On distingue donc :

IDRIA. Pl. 20.

Variété des roches.

1.° *Brèche calcaire, très-tenace*, dans laquelle, en un mois, quatre hommes, composant un atelier, entaillent $\frac{7}{10}$ de toise cube (mesure de Vienne), c'est-à-dire, s'avancent de $\frac{7}{10}$ de toise sur une largeur et une hauteur de 1 toise d'entaillement. Même remarque pour les articles suivans ;

2.° *Brèche calcaire, de ténacité ordinaire*, dans laquelle, en un mois, quatre hommes entaillent 1 toise cube ;

3.° *Minerai coralloïde [corallenerz]*, dans une roche pyriteuse de calcaire argileux, masse dans laquelle, en un mois, quatre hommes entaillent 1 toise cube $\frac{1}{10}$;

4.° *Calcaire compacte gris ou noirâtre, de ténacité moyenne*, dans lequel, en un mois, quatre hommes entaillent 1 toise cube $\frac{5}{10}$;

5.° *Calcaire à courtes fissures*, à cassure grumeleuse, un peu argileux, souvent mélangé de brèche, dans lequel, en un mois, quatre hommes entaillent 2 toises cubes $\frac{3}{10}$;

6.° *Minerai coralloïde [corallenerz]*, dans une roche rougeâtre qui est un mélange intime de mercure sulfuré et de calcaire argileux, masse dans laquelle, en un mois, quatre hommes entaillent 2 toises cubes $\frac{4}{10}$;

7.° *Schiste noir et dur*, ou *argile schisteuse*, qui présente quelquefois des surfaces lisses et miroitantes (d'où son nom de *spiegel-schiefer*), dans lequel, en un mois, quatre hommes entaillent 3 toises cubes ;

8.° *Argile schisteuse grisâtre*, nommée à tort par les ouvriers pierre de corne *[hornstein]*, dans laquelle, en un mois, quatre hommes entaillent 3 toises cubes $\frac{8}{10}$;

9.° *Argile schisteuse noire et tendre* (dite *mildzeug*), dans laquelle, en un mois, 4 hommes entaillent 5 toises cubes $\frac{5}{10}$;

Il est à propos de remarquer que les roches calcaires n.os 4.° et 5.° offrent la ressemblance la plus frappante avec le calcaire connu généralement sous le nom de calcaire des Alpes *[Alpenkalkstein]*, calcaire qui accompagne immédiatement le schiste cuivreux dans le pays de Mansfeld, où

IDRIA, Pl. 20.

les mineurs le nomment *zechstein*. De plus, les schistes n.os 7.°, 8.° et 9.° sont en général bitumineux, susceptibles de brûler, et très-souvent semblables au schiste cuivreux *[kupferschiefer]* du pays de Mansfeld, avec cette différence qu'au lieu d'être, comme celui-ci, pour ainsi dire entrelardés de pyrite de cuivre, ils le sont de mercure sulfuré.

Telles sont les roches; voyons les minerais d'Idria; nous considérerons ensuite la disposition de ces substances.

Parmi les minerais, on distingue :

Variété des minerais.

1.° Mercure sulfuré compacte, à grain d'acier, dit *stahlerz*, tenant au quintal jusqu'à 80 livres de mercure (poids de Vienne);

2.° Mercure sulfuré compacte, à surfaces striées et luisantes (dit *lebererz*), tenant jusqu'à 70 livres au quintal;

3.° Minerai coralloïde, connu sous le nom de *corallenerz*, déjà indiqué, parmi les roches, aux articles 3.° et 6.° ci-dessus. Cette substance, dans laquelle abondent de petits corps *noduleux*, regardés comme des coquilles par plusieurs naturalistes, tient depuis 1 jusqu'à 56 livres de mercure au quintal;

4.° Mercure sulfuré compacte, à surfaces miroitantes (dit *spiegelerz*), tenant au quintal jusqu'à 54 livres de mercure;

5.° Mercure sulfuré argileux, grenu et de couleur de brique (dit *ziegelerz*), tenant jusqu'à 40 livres au quintal;

6.° Minerai de mercure bituminifère (dit *branderz*), offrant quelque ressemblance d'aspect avec la houille sèche des terrains calcaires, quelquefois très-léger, et tenant 17 livres de mercure au quintal; quelquefois pesant, à raison de son mélange avec d'autres minerais, et tenant alors de 24 à 40 livres au quintal (cette substance ne se présente que très-rarement);

7.° Pyrite de fer mamelonnée, et imprégnée de mercure natif qui la rend blanche dans la cassure, et qui s'en détache en gouttelettes. De tels noyaux de pyrites sont enveloppés d'un schiste argileux noir, et quelquefois on y voit des cristaux de mercure sulfuré hydrogéné, dit *cinabre hépatique*; ce minerai tient depuis 10 jusqu'à 30 livres de mercure au quintal;

8.° Argile schisteuse, parsemée de gouttelettes de mercure natif et

de lamelles de mercure sulfuré, dit *cinabre hépatique*, roche dont la richesse en métal varie depuis 2 onces jusqu'à 5 livres au quintal ; IDRIA, Pl. 20.

9.° Argile calcaire et pyriteuse, marquetée de points d'un blanc argentin, qui proviennent du mercure natif dont elle est imprégnée. Cette roche tient communément une livre de mercure par quintal ; c'est d'elle, à ce qu'il paroît, que résulte, par suite de la décomposition des pyrites de fer et de la combinaison du soufre avec le mercure, le minerai dit *ziegelerz*, n.° 5.° ci-dessus ;

10.° Enfin, roches d'argile schisteuse, de calcaire et de brèche, diversement flambées ou mouchetées de mercure sulfuré plus ou moins abondant, tantôt pénétrées intimement par le mineral, tantôt recouvertes d'enduits superficiels, et en général offrant une richesse qui varie de quelques livres à quelques onces de mercure, par quintal de ces roches.

De toutes ces variétés de minerais, les substances n.os 3.° et 10.° sont les plus fréquentes. On a cependant trouvé quelquefois, comme nous le verrons plus tard, des masses considérables de n.os 1.° et 2.° Les autres variétés sont plus rares : quant à celles qui laissent suinter du mercure natif, il suffira de remarquer que toute l'exploitation ne fournit, en une année, que 1 quintal et $\frac{1}{2}$ à 2 quintaux de métal en cet état. Fréquence des diverses substances.

Le savant Ferber, qui a décrit en allemand la mine d'Idria, il y a plus de quarante ans, pensoit que la roche schisteuse, dans laquelle se trouvent principalement les minerais de mercure, ne devoit être considérée que comme une portion, restée à découvert, de ce schiste de transition, déjà mentionné, sur lequel le calcaire de la Carniole est venu se déposer. Il ajoutoit que la roche schisteuse, plus ancienne que la roche calcaire, étoit vraisemblablement déjà pénétrée de minerais de mercure, avant que celle-ci vînt recouvrir la première : enfin il ne doutoit pas que le schiste métallifère d'Idria ne fût d'une formation antérieure à celle du terrain à houille le plus ancien. (Voyez *Beschreibung des Quecksilber-Bergwerks-zu-Idria*, &c., pag. 7 et suiv. Berlin, 1774.) Opinion de Ferber sur ce gîte.

De nouvelles observations, dues à l'approfondissement des travaux, ne confirment pas cette opinion : avant de les exposer, il est nécessaire que nous jetions un coup-d'œil sur l'ensemble de l'exploitation, qui est représenté par les *fig.* 4 à 7 de la pl. 20.

IDRIA, Pl. 20.

Fig. 4 à 7.

La *fig. 4* est une projection verticale, prise parallèlement à la ligne G H du plan, *fig. 5*.

La *fig. 5* offre la projection horizontale d'une partie de l'établissement et des principaux travaux souterrains.

La *fig. 6* est une projection verticale, perpendiculaire à la précédente, suivant I K de *fig. 5*.

La *fig. 7* est une coupe verticale, faite d'après une échelle plus grande, suivant la ligne brisée M N Q R, de *fig. 5*. Le plan N Q, dans cette coupe, est supposé ramené en P Q, et le tout projeté sur le plan vertical M O. (Voyez *fig. 5*.) Dans la *fig. 7*, le rectangle N Q Q N représente la portion de coupe faite suivant N Q de *fig. 5*, et ramenée en P Q. Ce qui se trouve à gauche de ce rectangle fait voir la portion de la coupe qui correspond au plan vertical M N, et ce qui se trouve à droite, la portion qui correspond à Q R de *fig. 5*.

Constructions au jour. Plan, *Fig. 5*.

Dans le plan *fig. 5*, il suffira de remarquer quelques-unes des constructions situées à la surface du sol, savoir :

a, entrée de la mine, bâtiment qui communique à la galerie *1*;

b, magasin de grains pour la subsistance des ouvriers;

c, cage d'une roue hydraulique qui met en mouvement une machine d'extraction située sur le puits b : c'est l'extrémité d'un canal de près de 2000 toises de long, qui, prenant une partie des eaux de l'Idriza, sur la rive gauche de cette rivière, à la digue de Kobila, les conduit, à-peu-près parallèlement à son cours, mais à un niveau plus élevé, jusqu'aux machines hydrauliques des puits a, b, et dans les ateliers voisins;

d, ateliers pour le lavage des minerais;

e, atelier pour le criblage des minerais;

f, atelier pour le forage des tuyaux de pompe;

h j, claire-voie verticale, dite *rateau*, propre à laisser passer les eaux de l'Idriza, comme l'indiquent les flèches placées sur le cours de cette rivière, et à retenir les bois flottés qui s'accumulent dans l'espace *h j k*. C'est par ce moyen que les produits des abondantes forêts qui sont affectées au service de la mine d'Idria, sont apportés, à peu de frais, jusqu'à l'entrée des travaux souterrains.

Sur les *fig. 4, 5, 6,* on reconnoîtra les objets suivans :

IDRIA, Pl. 20.

Étage de travaux souterrains, *Fig. 4 à 6.*

1, galerie d'entrée, dite *Antoni Einfahrt;*

2, étage de travaux, ou système de galeries, dit *Achati feld;*

3, étage dit *Floriani feld;*

4, ——— *Mittel feld* [étage moyen];

5, ——— *Haupt feld* [étage principal];

6, ——— *Wasser feld* [étage des eaux];

7, ——— *Clementi feld;*

8, ——— *Hauptmannische feld;*

9, ——— *Karoli feld;*

10, étage projeté pour la poursuite des travaux.

Diverses inclinaisons du gîte.

De petites flèches placées sur le cours de ces différentes galeries, dans le plan *fig. 5,* indiquent, par leur pointe, de quel côté s'inclinent les roches schisteuses et les veines ou masses de minerai qu'elles renferment, aux endroits où l'observation a donné lieu de placer de telles flèches : on peut, à cet égard, comparer la *fig. 7* avec la *fig. 5.*

Distinguons, en outre, sur les *fig. 4, 5* et *6,* les objets ci-après :

Puits principaux.

a, puits nommé *Barbara schacht,* qui date de l'année 1596. Les places d'assemblage qui correspondent aux différens étages d'exploitation, sont indiquées dans ce puits, et dans les suivans, par des carrés noirs ;

b, puits de Sainte-Thérèse *[Theresien schacht],* commencé en l'année 1738, et terminé en 1748;

c, puits de l'empereur Joseph *[Kaiser's Josephi schacht];*

d, puits de François *[Francisci schacht].* C'est dans le côteau sur lequel ce puits est ouvert, que se voit la source auprès de laquelle nous avons déjà rappelé que parurent les premiers indices de mercure ; c'est-là qu'eurent lieu les premières recherches.

Escaliers.

e, f, g, h, i, j, k, l, escaliers voûtés en maçonnerie, par lesquels on descend commodément, d'un étage à l'autre, jusque dans le fond des travaux.

Autres espaces excavés.

Sur la *fig. 6,* on voit le nom et l'emplacement des roches traversées par les excavations, savoir :

Roche calcaire grisâtre ;

Idria. Pl. 20.

Schiste noirâtre ou grisâtre, renfermant quelquefois des masses de calcaire;

Masse cunéiforme de roche calcaire, dite *Leopoldi wand*, autour de laquelle les minerais ont abondé. (*Voyez* k, β, δ, sur les *fig.* 5 et 6.)

Les lettres p, q, r, s, t, u, v, indiquent des masses métallifères de diverses formes et d'étendue variable, dans lesquelles les travaux d'arrachement ont été poussés, sur les différens étages correspondans; il en est résulté des excavations, en partie remblayées aujourd'hui, qui présentent les mêmes formes que ces masses, pour la plupart exploitées.

Petits puits intérieurs.

De petits puits intérieurs (voyez 11 à 24, sur les *fig.* 4 et 5) établissent la communication entre les différens étages. Ils ont été percés à mesure que le besoin s'en est fait sentir, soit pour la circulation de l'air, soit pour le transport des minerais obtenus d'un niveau où il ne se trouvoit pas de place d'assemblage, vers celle d'un étage inférieur ou supérieur, soit comme puits de recherche, soit enfin comme moyens d'abréger le roulage vers les puits d'extraction.

Exemples du gisement des minerais.

A ce coup-d'œil général sur la mine d'Idria, il convient de joindre quelques détails, avant de proposer une opinion concernant le gîte de minerais qui nous occupe. Pour cela, considérons quelques exemples de la disposition des substances minérales, pris à divers niveaux, ou en différentes parties d'un même étage; tels sont ceux que présentent, sur la pl. 21, les *fig.* 1 jusqu'à 6. (*Voyez* pl. 21.)

Chacune de ces figures offre l'image exacte d'une galerie ou taille d'exploitation, telle qu'il en existe un certain nombre à chaque étage. Ces tailles sont pratiquées à partir d'une galerie principale, et ordinairement à angle droit sur sa direction, de manière que chacune d'elles pénètre, le plus avantageusement possible, dans la masse correspondante de minerais.

Sur ces figures, les substances suivantes, dont la disposition a été soigneusement dessinée dans la mine, sont distinguées par des tailles de gravure diversifiées, et par des chiffres placés à côté des roches, sur les lignes qui représentent les boisages des galeries entaillées. On distinguera donc :

1, calcaire grisâtre, indiqué ci-dessus parmi les roches, sous les n.os 4.° et 5.°; *IDRIA.* Pl. 20.

2, argile schisteuse noirâtre, ou schiste bitumineux, ordinairement riche en minerai; (*Voyez* ci-dessus, n.os 7.° et 9.°, parmi les roches.) *Voyez* Pl. 21, *Fig. 1 à 6.*

3, argile schisteuse, noire et dure, flambée de minerai (n.° 7.°);

4, argile schisteuse, noire et tendre (n.° 9.°);

5, argile schisteuse, grisâtre (n.° 8.°);

6, minerai de mercure sulfuré, tantôt en masse, tantôt disséminé dans les roches, et quelquefois, seulement en enduit superficiel;

7, masse de minerai coralloïde; (*Voyez* ci-dessus n.os 3.° et 6.° parmi les roches, et 3.° parmi les minerais.)

8, masse de mercure sulfuré, dit *stahlerz* (n.° 1.° parmi les minerais);

9, masse de mercure sulfuré, dit *lebererz* (n.° 2.° *idem*).

Les *fig. 1, 2* et *3* représentent des tailles d'exploitation observées à une certaine distance l'une de l'autre, dans l'étage moyen dit *Mittel feld*, qui est indiqué par le n.° *4*, sur la pl. 20 (*fig. 4* et *5*).

Les *fig. 4* et *5* (pl. 21) offrent des exemples recueillis dans l'étage principal, dit *Haupt feld*, qui est indiqué par le n.° *5*, sur la même pl. 20;

Enfin la *fig. 6* représente une taille très-riche en minerais, observée dans l'étage dit *Wasser feld*, qui est indiqué par le n.° *6*, sur les *fig. 4* et *5* de la même pl. 20.

On remarquera facilement ce qui suit :

Dans la *fig. 1*, le calcaire et le schiste se présentent sans minerai;

Dans la *fig. 2*, le calcaire fissuré est parsemé de points de mercure sulfuré, qui ne forme, le plus souvent, qu'un enduit superficiel;

Dans la *fig. 3*, le calcaire renferme de petites masses de minerai;

Dans la *fig. 4*, des masses de minerai continues sont situées au sein du schiste, qui est en outre parsemé de mercure sulfuré, tandis que le calcaire constitue des masses stériles au sein du schiste;

Dans la *fig. 5*, le calcaire et le schiste alternent ensemble; il en est de même du schiste noir à l'égard du schiste gris. Le calcaire est dépourvu de minerai; les schistes en renferment, soit des masses, soit des particules disséminées;

IDRIA, Pl. 20.

Enfin, dans la *fig. 6*, des schistes de divers aspects sont parsemés de mercure sulfuré, et renferment des masses considérables de ces minerais riches qui sont indiqués ci-dessus.

Opinion déduite des faits exposés.

En réfléchissant sur les faits que nous venons de voir, on a lieu de penser que le calcaire, le schiste bitumineux, et les minerais de mercure d'Idria, sont d'une formation contemporaine, et qu'il n'existe, entre ces substances, aucun ordre constant de superposition qui justifie l'opinion de Ferber, concernant la préexistence du schiste. En second lieu, si l'on remarque, sur le plan *fig. 5* (pl. 20), la disposition des flèches qui indiquent, par leur pointe, comme nous l'avons dit, le sens d'inclinaison des roches schisteuses, on reconnoîtra que, dans les portions de galeries d'alongement qui se trouvent à l'ouest de l'exploitation, les schistes s'inclinent en général vers l'est, tandis que, dans les portions de ces mêmes galeries qui se trouvent à l'est, l'inclinaison des schistes est le plus souvent vers l'ouest.

La *fig. 7* indique, de plus, que les couches de schiste éprouvent plusieurs ondulations, comme les veines de minerais qui sont exprimées aux points *x*.

Sur les *fig. 5* et *6*, on voit en $\beta\delta$ l'indication du fond d'une *jatte* ou d'un bassin que le schiste forme au-dessous et au-dessus du calcaire. C'est en 1813 qu'on est parvenu, par cette galerie $\beta\delta$, à passer de l'une des pentes du schiste sur la pente opposée; ainsi, tout annonce qu'ici une *jatte* de schiste se ferme sous le calcaire. De plus, si l'on considère la disposition des flèches, aux différens niveaux, dans la partie sud-est de l'exploitation, on pourra présumer, en comparant les inclinaisons entre elles, que les couches forment, vers le sud-est, un bassin fermé. Quoi qu'il en soit, les faits qui précèdent nous portent à nous représenter le gîte de minerais d'Idria comme une suite de couches ondulées, dont l'ensemble offre la forme d'une portion de *jatte* ellipsoïde, inclinée suivant son grand axe, du sud-est vers le nord-ouest, tandis que ses parois ondulées se relèvent vers le sud-ouest et vers le nord-est.

On sait combien un tel gisement est commun dans les mines de houille. (*Voyez* pl. 24 à 30.) D'un autre côté, la présence du bitume dans le schiste, et quelquefois dans le minerai, la propriété que le schiste

a quelquefois de brûler, la ressemblance du minerai dit *brandertz* avec un combustible fossile, indiquent une certaine analogie entre la formation qui nous occupe, et celle de la houille; mais comme nous avons remarqué une parfaite ressemblance du schiste et du calcaire avec les roches de même nom qui appartiennent au gisement du schiste cuivreux; comme celui-ci est reconnu pour être plus récent que la houille de la première formation, qui est la *houille par excellence*, et pour appartenir à une époque qui se rapproche de celle de la houille sèche des terrains calcaires; comme enfin nous ne trouvons, dans la mine d'Idria, ni ce grès, ni ces impressions de végétaux qui caractérisent si bien le gisement de la houille ancienne, nous sommes conduits à penser que le gîte de minerais d'Idria peut être rapporté à une époque de formation qui seroit la même que celle du schiste cuivreux observé dans le pays de Mansfeld (*voyez* pl. 23), et qui se rapprocheroit de celle de la houille récente des terrains calcaires.

IDRIA. Pl. 10.

Dans la Carniole, la nature semble avoir agi beaucoup plus en grand que dans le pays de Mansfeld, où le calcaire n'a que quelques pieds d'épaisseur, et le schiste bitumineux métallifère seulement quelques pouces. Dans la Carniole, du mercure combiné avec le soufre a été, pour ainsi dire, mal pétri dans le schiste, et il en est résulté, si l'on nous permet une telle comparaison, l'aspect d'un gâteau mal feuilleté, le minerai étant quelquefois aggloméré entre les feuillets du schiste, comme le seroient des grumeaux de farine et de beurre entre les feuillets d'une pâte inégalement préparée.

Dans le Mansfeld, c'est le cuivre qui est combiné avec le soufre: le minerai qui résulte de cette combinaison, est disséminé dans le schiste plus également, en particules beaucoup plus fines, mais en beaucoup moins grande quantité, que le minerai de mercure ne l'est en Carniole.

Dans le Mansfeld, le dépôt de substances métallifères n'a eu lieu qu'une fois, et à la partie inférieure de la couche calcaire : dans la Carniole, il s'est renouvelé plusieurs fois au sein même de la couche calcaire, et à différens niveaux. Telles sont les différences que nous pouvons apercevoir entre ces deux gisemens.

Idria, Pl. 20.

Passons au mode d'exploitation par lequel on met à profit le gîte de minerais d'Idria.

Mode d'exploitation.

Le système général des travaux consiste à suivre la direction du schiste bitumineux, quelque stérile ou quelque mince qu'il puisse être en quelques endroits, par des galeries horizontales pratiquées à différens niveaux, telles que l'on voit, sur les *fig. 4* et *5* de la pl. 20, les galeries *1* jusqu'à *10*, et quelques autres galeries intermédiaires. C'est ainsi que l'on a cerné l'espace métallifère, comme le montre la *fig. 4*. Lorsque, sur le cours d'une telle galerie d'alongement, on a reconnu un certain nombre de points où il existe du minerai, on perce, à partir de ces points, des galeries de traverse dans la masse exploitable, et on établit un ouvrage en travers, analogue à celui qui est représenté par les *fig. 1, 2* et *3* de la même planche.

Comme nous avons déjà présenté l'explication de ces figures, nous n'y reviendrons pas ici; ajoutons seulement que les localités ne permettent pas, à Idria, d'établir l'ouvrage en travers aussi régulièrement qu'on le pratique dans les filons puissans de Schemnitz en Hongrie. Pour éviter la confusion qui seroit résultée, sur la *fig. 5*, d'une multitude de galeries de traverse aboutissant aux galeries d'alongement, nous nous sommes bornés à indiquer, sur les *fig. 4* et *6*, par les lettres p jusqu'à v, les espaces dans lesquels est exécuté l'ouvrage en travers, espaces où l'on a soin de remblayer les excavations, suivant les règles de ce genre d'ouvrage.

Galeries.

Ordinairement, on tient en activité de service, outre les galeries d'alongement situées aux différens niveaux, 40 galeries de traverse, dont 20 comme *recherches* et 20 comme *tailles* produisant du minerai.

Dans le cours de l'année 1812, il a été excavé 1298 toises courantes de nouvelles galeries, ayant communément de 6 à 10 pieds de large, savoir :

1.° En galeries d'extraction, proprement dites.....	711 toises.
2.° En galeries de recherches, qui ont presque toujours produit du minerai.....	587.
TOTAL.....	1298.

Il a été remblayé 375 toises courantes de galeries, d'où le minerai avoit été extrait. *IDRIA.* Pl. 10.

L'entaillement des masses minérales a lieu, soit au pic, soit à la poudre, et toujours à prix fait. Ce prix varie, pour la toise cube, depuis 60 florins d'Autriche, ou à peu-près 155 francs, prix de la roche n.° 1.° ci-dessus, jusqu'à 8 florins, ou à-peu-près 21 francs, prix de la roche n.° 9.° (*Voyez* les Notions préliminaires, chap. IV et VII.) Un premier triage des substances a lieu dans la mine même, de sorte que les minerais riches sont élevés au jour séparément. En général, les minerais qui paroissent promettre une même teneur en métal sont soigneusement réunis dans un même tas. Entaillement, &c.

Le roulage intérieur s'opère sur des chariots dits *chiens de mine,* poussés par des ouvriers dont la tâche est réglée proportionnellement aux distances qu'ils doivent parcourir, depuis une taille jusqu'à la place d'assemblage correspondante. (*Voyez* pl. 16.) Ainsi, par exemple, pour un salaire uniforme de 16 *kreutzer* par jour, un ouvrier doit rouler, à 100 toises, 20 chariots pleins chacun d'un poids moyen de deux quintaux. Roulage.

L'extraction au jour a lieu par le moyen des deux puits a et b, qui sont surmontés chacun d'une machine à molettes, mue par une roue hydraulique à chute supérieure et à double rang d'augets. On voit, sur la pl. 34, des machines analogues à celles-ci : la description en seroit superflue; mais il pourra être utile de consigner ici quelques faits concernant la confection des cables auxquels sont suspendues les tonnes d'extraction : cet objet est particulièrement soigné à Idria. Puits d'extraction.

Un *cable* d'extraction, pour le puits a ou pour le puits b, est composé de 4 *cableaux* de chanvre, tordus; chacun de ces cableaux résulte de la réunion de 3 *torons,* qui contiennent chacun 32 *fils de caret;* ainsi, le cable contient 384 fils de caret. La longueur de chaque fil est de 217 toises, et son diamètre de 2 lignes; par la torsion en 3 torons, la longueur des fils de caret diminue de 10 toises; et par la torsion en 4 cableaux, la longueur des torons diminue de 12 toises : ainsi, chacun des 4 cableaux n'a que 195 toises de long. Par leur torsion en un seul cable (opération qui exige la force de 30 hommes), la longueur des cableaux Cables d'extraction.

IDRIA, Pl. 10.

diminue de 45 toises; ainsi, le cable terminé a 150 toises de long, et les fils de caret dont il se compose, ont éprouvé, par les torsions successives, une diminution de longueur qui est, en tout, de 67 toises.

Le diamètre du cable est de 3 pouces $\frac{3}{4}$, son poids de 33 quintaux avant qu'il soit enduit, et de 44 quintaux après qu'on l'a plongé dans un mélange d'huile, de suif et de poix.

Quantité d'extraction.

Dans le cours de l'année 1812, où l'exploitation étoit montée de manière à produire 5000 quintaux de mercure, l'extraction des matières a été telle qu'il suit :

Il est sorti de la mine, par les puits a et b :

1.° En minerais, tant riches que moyens et menus, 1348 tonnes du poids moyen de 5 quint. 85 liv., ci.	7885$^{qtx.}$	80$^{liv.}$
2.° En minerai destiné au lavage, et généralement pauvre, 49264 tonnes, du poids moyen de 3 quintaux 53 livres, ci.....	173901.	92.
TOTAL, 50612 tonnes de minerai, pesant, poids de Vienne.....	181787.	72.
3.° En déblais stériles, 9297 tonnes du poids moyen de 2 quintaux 50 livres, ci.....	23242,	50.
EN TOUT, 59909 tonnes de matières, pesant	205030.	22.

Ainsi, quoique la mine d'Idria soit certainement une des exploitations les plus lucratives qu'il y ait au monde (quand le mercure ne manque pas de ses débouchés ordinaires), le produit en métal n'y est pourtant, quant au poids, qu'environ 2 et $\frac{1}{2}$ pour 100 de la quantité de matière que le mineur est obligé d'arracher du sein de la terre.

C'est principalement par le puits a que s'opère l'extraction des minerais; le puits b est consacré à l'évacuation des déblais : quant aux puits c et d, chacun d'eux est surmonté d'une roue à tambour, propre à être mise en mouvement par des hommes qui marchent dedans. Ces puits ne servent que rarement, pour l'extraction des déblais, et pour l'introduction des matériaux nécessaires aux constructions intérieures.

Maraîtrement.

Les galeries principales de la mine sont revêtues, dans tout leur pour-

tour, d'un muraillement en voûte elliptique, ainsi que les berceaux sous lesquels sont disposés les escaliers déjà mentionnés ci-dessus. Tantôt ce muraillement s'étend sur toute la longueur d'une galerie, de sorte qu'il dérobe entièrement les roches à la vue; tantôt il n'est composé que de ceintures elliptiques, espacées d'un pied, de manière qu'il reste entre deux ceintures, autant de vide où la roche est à nu, que chaque ceinture a de largeur. Dans le premier cas, c'est une maçonnerie ordinaire; dans le second, des briques façonnées exprès, en forme de voussoirs, sont assemblées avec du mortier. Le plus souvent, cette dernière disposition suffit pour résister à la poussée des roches; elle procure une économie considérable. *Idria, Pl. 20.*

La toise courante de muraillement plein coûte communément 30 fl. ou 77 fr. 40 cent.; mais une ceinture de briques ne coûte que 12 fr. 90 cent.; et par conséquent 3 arceaux, pour une toise courante de galerie, ne coûtent que 38 fr. 70 cent.

Quelquefois ces ceintures sont un peu plus voisines l'une de l'autre, quelquefois un peu plus espacées; on sent que cela dépend des localités.

Pendant le cours de l'année 1812, il a été construit, dans l'intérieur de la mine:

1.° En muraillement plein, dans les galeries.....	41 toises courantes	$\frac{2}{10}$.
2.° En muraillement à ceintures (maçonnerie de briques).....	135.	"
Longueur totale des galeries soutenues, en 1812, par le muraillement.....	176.	$\frac{2}{10}$.

Dans la même année (1812), on a étayé par le boisage 183 toises courantes de galerie; ainsi, le muraillement et le boisage sont employés à-peu-près également dans la mine d'Idria. C'est sans contredit une forte recommandation pour l'emploi du muraillement, dans les travaux souterrains qui doivent être de longue durée, que de voir un établissement qui possède environ 6535 hectares de belles forêts situées à sa proximité, employer, concurremment avec le boisage, le muraillement, à la vérité plus coûteux pour le moment, mais beaucoup plus durable. Boisage.

IDRIA, Pl. 20.

Il nous reste à faire mention de l'épuisement des eaux et de l'airage.

Épuisement des eaux.

Les travaux supérieurs sont en général très-secs. On regrette même qu'il n'y règne pas une certaine humidité, qui tempéreroit l'âcreté des poussières métallifères dont l'air y est imprégné.

Près du fond des travaux, paroît une source abondante, qui fournit la majeure partie des eaux qu'il faut épuiser. Comme la situation de la mine, au fond d'une vallée, ne permet pas de venir à son secours par une galerie d'écoulement, on est réduit à élever les eaux du fond jusqu'au jour. Pour cet effet, il existe dans chacun des puits a, b, d, un attirail de pompes aspirantes, mis en mouvement, à la surface du sol, par une roue hydraulique à augets et à chute supérieure. Ces dispositions sont semblables à celles que nous décrivons ailleurs. (*Voyez* pl. 11 et 33.) Ainsi, il nous suffira de remarquer que la quantité totale d'eaux souterraines qui est élevée au jour, en 24 heures, par les 3 machines d'épuisement, est d'environ 560 mètres cubes.

Airage.

La température de l'air s'élève, dans plusieurs parties de cette mine, au dessus de 20 degrés du thermomètre de Réaumur.

Les mêmes ouvriers n'y doivent travailler en général que pendant un mois de suite, et par postes de 8 heures. Le mois suivant ils sont relevés par les ouvriers employés au jour : cette alternation se renouvelant de mois en mois, les hommes ne sont pas, à beaucoup près, aussi incommodés qu'on pourroit le croire, de leur séjour dans une atmosphère chaude et mercurielle; il en est même un assez grand nombre qui travaillent constamment dans la mine.

C'est dans les endroits les plus riches en mercure sulfuré que la chaleur se fait sentir le plus vivement. Cette haute température intérieure facilite la circulation de l'air; il sort par le puits a, et il rentre dans les travaux par toutes les autres ouvertures de la mine.

Incendie de 1803.

Peut-être doit-on attribuer à la même cause qui paroît élever la température, c'est-à-dire à la décomposition, soit des pyrites de fer, soit des minerais de mercure, un violent incendie qui éclata dans la mine d'Idria, le 5 mars 1803. Un des motifs qui portent à penser ainsi, c'est qu'on a conservé le souvenir de plusieurs inflammations spontanées de gaz qui produisirent de funestes effets dans cette mine, en 1766 et

en 1767. (Voyez *Ferber*, page 67.) On rapporte, d'ailleurs, que de semblables phénomènes ont été observés, à plusieurs reprises, dans les mines de mercure d'Almaden en Espagne. *IDRIA.* Pl. 20.

Quoi qu'il en soit, pour maîtriser le feu qui se manifesta tout-à-coup à Idria, en l'année 1803, au niveau de la galerie *7*, dans le voisinage des puits a, b, on fut réduit à faire couler la rivière Nicoua dans la mine, pendant 48 heures de suite. Les eaux s'élevèrent jusqu'au niveau qui est indiqué sur la *fig. 4*, par la ligne ZZ. Il fallut ensuite faire jouer les pompes pendant six mois, avec la plus grande activité, pour assécher les travaux.

Au-dessous de la galerie *7*, tout fut retrouvé en ordre; le feu n'avoit exercé directement ses ravages qu'entre ce niveau et la galerie *5, 5*; mais jusqu'au niveau de la galerie *4*, on a reconnu les traces d'un bouleversement qui paroît avoir été produit par la force expansive du mercure en ébullition.

Produit de la mine.

En d'autres pays, il est plus d'une mine précieuse qu'on auroit abandonnée, après un semblable désastre; mais une administration éclairée a rétabli l'exploitation d'Idria, en redoublant de surveillance et d'économie. A la vérité, le produit en métal fut moins considérable dans l'année 1804 qu'il ne l'avoit été antérieurement, et sur-tout depuis l'année 1786, époque à laquelle le gouvernement autrichien s'étoit engagé à fournir annuellement à l'Espagne 12000 quintaux de mercure provenant d'Idria; mais la réduction du produit fut moins l'effet de la catastrophe de 1803, que de l'extraction forcée qui avoit eu lieu auparavant. L'administration parvint à faire sentir que, pour obtenir tous les ans une quantité de métal si considérable, il falloit attaquer exclusivement, et à la hâte, les parties les plus riches du gîte de minerais, rejeter parmi les déblais les minerais pauvres qui sont les plus fréquens, et par conséquent s'écarter des règles d'une bonne exploitation. Le système de l'extraction forcée fut abandonné en l'année 1800.

Depuis cette époque jusqu'en 1809, le terme moyen de produit de la mine et de l'usine d'Idria fut, pour chacune de ces dix années, tel que nous allons le rapporter, afin de dissiper les doutes exprimés dans le tome Ier de cet ouvrage (page 346).

IDRIA, Pl. 20.

On obtint par année moyenne (depuis 1800 jusqu'en 1809):

Mercure	4509 qtx., poids de Vienne.
Cinabre	250.
Vermillon	983.
Sublimé corrosif	183.
Sublimé doux	15.
Précipité roug	98.

D'après le prix ordinaire de ces diverses marchandises, on peut calculer que ce terme moyen de produit brut compose une valeur annuelle de 2870000 francs. Voilà ce qu'on a obtenu annuellement, et sans forcer l'exploitation, mais en la conduisant bien, sous une étendue de terrain qui n'excède pas 35 hectares ou 70 arpens, ainsi qu'on peut le voir sur le plan, *fig. 5*.

Nous avons déjà indiqué qu'en 1812 et 1813, l'extraction étoit fixée à 5000 quintaux de mercure, tout compris. Pour obtenir ce produit, on employoit 750 ouvriers, tant dans la mine, que dans les ateliers de préparation des minerais et dans l'usine, sans compter les hommes employés dans les forêts de l'établissement, et dont le nombre s'élevoit à 310.

On nous assure que, depuis l'année 1814, l'extraction annuelle a été sagement réduite à 3000 quintaux; c'est à-peu-près ce qu'on obtenoit en l'année 1768, au rapport de Ferber (page 61). Ce n'est qu'un sixième en sus du produit qu'on obtenoit dès l'année 1575, d'après les archives d'Idria.

CHAPITRE VII.

DIVERS EXEMPLES D'EXPLOITATION, SOIT PAR PUITS ET GALERIES, SOIT À CIEL OUVERT.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 21.

CETTE planche réunit différens exemples tirés d'exploitations remarquables, qui sont, la mine de mercure d'Idria, les mines d'étain de la Cornouailles, les mines de plomb de Bleyberg en Carinthie, la mine de lignite de Sagor en Carniole, la mine de fer de l'île d'Elbe, et la mine d'alun de la Tolfa en Italie. *IDRIA, Pl. 21.*

Mine de Mercure d'Idria. (Supplément à la Pl. 20.)

Nous avons déjà considéré la mine d'Idria au moyen de la planche précédente, et nous avons, à ce sujet, présenté l'explication des *fig. 1 à 6* de la pl. 21, qui font voir quelle est la disposition des roches et des minerais de mercure dans plusieurs ateliers souterrains, observés à différens étages de l'exploitation. Il nous suffira donc de rappeler, en peu de mots, les faits consignés sur ces figures :

Dans les *fig. 1 à 3*, qui se rapportent à l'étage n.° *4* de la pl. 20, on remarquera les substances suivantes, que nous avons déjà décrites (*voyez* pl. 20) ; savoir :

(Fig. 1), 1 calcaire gris ; *2* schiste noirâtre ; *5* schiste grisâtre : ici point de minerai de mercure ; *Fig. 1 à 6.*

(Fig. 2), calcaire gris *1*, parsemé de minerai de mercure sulfuré, dit *cinabre (6)* ;

(Fig. 3), calcaire gris *1*, renfermant de petites masses disséminées de ce même minerai.

Les *fig. 4* et *5* représentent deux ateliers observés dans l'étage n.° *5* de la pl. 20 : on y reconnoîtra diverses dispositions des mêmes substances,

Idria, Pl. 21.

et particulièrement l'alternation du calcaire et du schiste métallifere. Quant à la *fig. 6*, elle présente un atelier d'une richesse devenue rare aujourd'hui, qui a été observé dans l'étage n.° *6* de la pl. 20 : cet atelier offroit à l'œil ce qu'indique la figure, savoir :

Schiste noir et tendre, roche abondante en minerai disséminé *(4)*;
Schiste noir et dur, à surfaces miroitantes, flambé de minerai *(3)*;
Masses de minerais de mercure sulfuré, dits :

Korallenerz (7).
Stahlerz . . *(8)*.
Lebererz . . *(9)*.

(*Voyez*, dans l'explication de la pl. 20, ce qui a été dit de ces mêmes substances indiquées par les mêmes chiffres que ci-dessus).

Mine d'Etain près Pentovan en Cornouailles.

Cornouailles, Pl. 21. *Fig. 7.*

La *fig. 7* indique, au moyen d'une coupe verticale, le gisement et le mode d'exploitation du minerai d'étain d'alluvion, d'après un exemple tiré de la mine dite *Streamwork-happy-union*, qui est située non loin de Pentovan en Cornouailles.

Une vaste excavation R T U *s* a été pratiquée, à ciel ouvert, pour la recherche du dépôt de minerai d'étain T, qui se trouve ici à une profondeur peu ordinaire, au-dessous du niveau du terrain R *s*. Avant de parvenir à ce dépôt, il a fallu traverser diverses couches successives, savoir :

Gisement.

1, 2, 3, le gravier (dit *gravel*), sorte de terre végétale dans le sein de laquelle se trouve une bande de terre ochreuse *(2)* ou d'argile ferrugineuse ;

4, une tourbe noire, parfaitement combustible, d'une contexture grossière, qui est composée de roseaux et de racines ligneuses, liées entre elles par une vase fine ;

5, un sable de mer grossier, qui est mêlé de coquilles marines ;

6, une vase de mer noirâtre, qui est remplie de coquilles.

Au-dessous se présente le dépôt de minerai d'étain : ce gîte exploitable T renferme des fragmens plus ou moins volumineux de schiste argileux, de schiste siliceux, de quartz, de minerai de fer, de jaspe,

enfin de toutes les roches et de toutes les gangues qui se trouvent dans la contrée environnante, mais cependant à l'exception du granite. Parmi ces fragmens, se présentent, en morceaux arrondis, un gros sable quartzeux, et enfin l'étain oxidé, qui est ordinairement en petits grains et en petits cristaux. *Cornouailles*, Pl. 21.

Au-dessous du gîte T, se trouve le schiste argileux, dit *killas* ou *shelf* (A X Y), qui supporte tout le dépôt d'une formation plus récente.

Le système d'exploitation est fort simple. Les couches successives de terrain, dont la *fig. 7* fait voir l'épaisseur, sont entaillées en gradins, comme l'indique la même figure. Exploitation à ciel ouvert.

Par une galerie d'écoulement *k*, les eaux se rendent dans le fond d'un puits *lm*, qui contient des pompes d'épuisement; celles-ci sont mises en activité par une machine *j*, dont le moteur est une roue hydraulique. (*Voyez* pl. 33.) Épuisement.

Quant à l'extraction du minerai, elle s'opère sur une voie inclinée *i*, qui est établie, avec une pente d'environ 45 degrés, sur l'une des parois de l'excavation. A la partie inférieure de cette voie, se trouve une place d'assemblage et de chargement, vers laquelle conduit un chemin partant de l'atelier d'exploitation : à la partie supérieure *h*, une machine à molettes, mue par des chevaux, fait alternativement monter et descendre les deux tonnes d'extraction sur la voie *i*. (*Voyez* pl. 30.) Extraction.

L'auteur allemand auquel nous sommes redevables de ces renseignemens, remarque qu'il est rare que, dans la Cornouailles, le dépôt de minerai d'étain d'alluvion, qui s'étend sous les vallées de cette contrée, se présente à une profondeur aussi considérable que dans la mine de *Happy-union*. Souvent on rencontre ce gîte très-près de la surface du terrain, et tout au plus au dessous de la tourbe.

Suivant le même auteur, il n'est pas rare de trouver un peu d'or dans le gîte de minerai d'étain d'alluvion. (Voyez *Koehler's Bergmænnisches Journal*, ou Journal des mines de Freyberg, tom. II, pag. 143 et suiv.)

Le Journal des mines de France (n.° 84, pag. 443 à 454) contient aussi de précieux renseignemens au sujet des mines d'étain, dans un écrit intitulé *Note sur le gisement, l'exploitation et le traitement de l'étain*, par M. de Bonnard.

Mines de plomb de Bleyberg en Carinthie.

BLEYBERG, Pl. 21.

Les *fig. 8, 9, 10,* ont pour objet de donner une idée exacte des célèbres mines de Bleyberg en Carinthie, tant à l'égard du gisement des minerais de plomb de cette contrée, que sous le rapport du mode général de concession, d'après lequel ils sont depuis long-temps exploités avec succès.

Nous avons déjà fait mention, dans le tom. I.er, pag. 346, de ce grand établissement, qui est situé non loin de Villach.

Fig. 8, 9 et *10.*

Sur l'ensemble des trois figures qui offrent un plan et deux coupes verticales d'une partie des mines, on distinguera :

En a, b, c, la crête des montagnes de calcaire compacte, dans le sein desquelles est située l'exploitation ;

d, e, la vallée métallifère qui se dirige de l'est vers l'ouest, entre les deux vallées parallèles de la Gail et de la Drave, mais à un niveau élevé au-dessus de celui de ces rivières ;

f, g, la direction d'un grand nombre de couches calcaires qui sont verticales et métallifères. Une semblable disposition se montre fréquemment à l'est de la ligne i h *(fig. 10),* qui indique la direction d'un glissement dont il convient de remarquer ici l'inclinaison vers l'est : cette disposition s'étend jusqu'à une ligne parallèle à i h, qui en seroit distante de 3000 mètres (si le plan des mines sur la *fig. 10* n'étoit interrompu du côté de l'est), et qui indiqueroit la direction d'un gîte de minerais très-puissant, très-métallifère, et s'inclinant vers l'ouest. Ce dernier gîte est exploité au nord, et tout près du village de Bleyberg, par plusieurs mines, dont la première, vraisemblablement à cause de sa richesse, a été nommée *Bleyblatt,* c'est-à-dire, la feuille de plomb.

Si, d'après les *fig. 9* et *10,* on considère la direction et l'inclinaison du schiste marneux et du calcaire métallifère, dans l'espace k, l, m, n, o, à l'ouest de la ligne i h, en comparant cette disposition avec celle dont nous venons de parler, il paroît qu'une grande partie du système des montagnes a éprouvé un glissement entre i h et la ligne parallèle, in-

diquée ci-dessus vers l'est, d'où peut-être résulte la situation verticale des couches, qui a été observée sur une étendue considérable. BLEYBERG. Pl. 21.

Quoi qu'il en soit, on voit, sur les mêmes figures, que le calcaire métallifère est recouvert, jusqu'à une certaine hauteur, par un schiste marneux et par d'autres roches plus récentes.

C'est dans ce schiste marneux que se trouve un beau marbre coquillier, qui est connu des minéralogistes sous le nom de *lumachelle de Bleyberg :* on y rencontre aussi du gypse bleu, quelquefois avec un peu de minerai de plomb et de zinc; quant au calcaire métallifère, proprement dit, on y a trouvé quelques coquilles, mais très-rarement.

Le minerai de plomb sulfuré se présente dans le sein de cette roche en masses couchées, ou blocs d'un volume considérable, qui ne sont séparés du reste des bancs calcaires par aucune salebande. Il est accompagné de minerai de zinc oxidé [calamine], qui se trouve sur-tout dans les parties supérieures de la montagne. Gîte de minerais.

Plusieurs des masses exploitables sont indiquées sur les *fig. 8* et *9*, en r, r^1, r^2, r^3; chacune d'elles offre un solide analogue à un ellipsoïde très-alongé, dont l'axe est incliné, non pas suivant l'inclinaison même de la roche environnante, mais suivant une ligne oblique ou intermédiaire entre cette inclinaison et la direction des bancs de calcaire. On aura une idée précise de cette disposition, en comparant, sur les *fig. 8* et *9*, les indications des masses exploitables r u, r′ v.

Tout annonce la formation contemporaine du calcaire et des masses couchées de minerai; mais il paroît que, sur la ligne i h *(fig. 10)*, et sur celle qui lui est parallèle, au nord du bourg de Bleyberg, ainsi que nous l'avons déjà vu, le premier arrangement des dépôts formés a été troublé par des accidens d'une époque postérieure.

Ces accidens, dits *kluft* à Bleyberg, sont visibles au jour, comme celui qu'indique la ligne i h; on y observe un schiste dont la direction est à-peu-près perpendiculaire à celle du schiste marneux que montrent les *fig. 9* et *10*. Accidens du gisement.

Les mineurs ont remarqué qu'en général les masses exploitables sont plus fréquentes qu'ailleurs, dans la direction de ces accidens. D'habiles minéralogistes ont regardé les *kluft* de Bleyberg comme des filons.

BLEYBERG, Pl. 21.

Conjecture sur ce gîte.

Qu'il nous soit permis de hasarder une conjecture à ce sujet. Ce qui nous paroît vraisemblable, c'est qu'à une époque quelconque, des fentes se sont effectivement formées dans la roche métallifère; de là, peut-être, le glissement et le redressement des couches sur une certaine étendue: mais ces fentes ont dû se former, toutes choses égales d'ailleurs, suivant les lignes qui traversoient le plus grand nombre de masses de minerai, parce que le plomb sulfuré offrant, à la cause quelconque de l'ébranlement du système, une résistance moindre que le calcaire compacte qui le renfermoit, c'étoit suivant ces mêmes lignes que la rupture pouvoit s'opérer le plus facilement: de là peut-être l'indice de richesse que l'on tire aujourd'hui des fentes dites *kluft*.

Une telle fente étant une fois ouverte, du schiste a pu venir s'y déposer, avec des portions de minerais tombées des parois; et alors s'est opérée la formation d'une faille ou fente remplie; formation, à la vérité, analogue à celle d'un filon, mais avec cette différence, qu'ici c'est la montagne qui a enrichi la fente, et non pas la fente qui a augmenté la richesse de la montagne en se remplissant, comme cela a lieu dans les filons proprement dits.

Terminons cet aperçu général, concernant le gisement des minerais, en remarquant que la galerie d'écoulement p q (voyez *fig. 8* et *10*), dont l'orifice est situé vers l'ouest, et à 635 toises de la concession indiquée par le chiffre *4*, a traversé des roches d'une formation postérieure à celle du gîte, notamment un grès récent dit *bunter-sandstein*, un gypse rouge, un calcaire stratiforme, et enfin des schistes marneux, roches qui se trouvent au toit du calcaire métallifère. Comme, d'un autre côté, il paroît que ce même calcaire repose, vers son mur, sur des roches de transition (schiste argileux, grauwacke et trapp), qui se présentent auprès de *Noetschgraben*, nous sommes portés à regarder le calcaire métallifère de cette contrée, comme appartenant à la même époque de formation que le calcaire alpin *[Alpenkalkstein]*, dans lequel se trouvent le minerai de mercure à Idria (*voyez* pl. 20), et le minerai de cuivre au pays de Mansfeld (*voyez* pl. 23).

Peut-être, cependant, ce calcaire appartient-il encore à l'époque des terrains de transition, ainsi que l'ont pensé d'habiles minéralogistes; mais

cette discussion géognostique nous éloigneroit de l'exploitation proprement dite, sur laquelle il nous reste à jeter un coup d'œil.

Bleyberg, Pl. 21.

Travaux souterrains.

En général, c'est par des galeries pratiquées horizontalement dans le sein de la montagne, et à différens niveaux s, s^1, s^2 (*fig. 9*), que le mineur s'avance vers les masses de minerai r, r^2, r^3. Plusieurs de ces galeries ont plus de 500 toises de longueur avant d'atteindre une masse exploitable. Les divers étages de travaux souterrains sont mis en communication par quelques puits, tels que t; mais il est rare que les puits s'enfoncent au-dessous du niveau de la vallée d e. On voit, sur la *fig. 8*, au point v, la plus grande profondeur à laquelle soit parvenue l'exploitation dans la vallée de Bleyberg (en 1813). Ce point est situé au-dessous de la concession dite *Oswaldi*, qu'indique le chiffre *16* sur les *fig. 8* et *10*.

Mode de concession.

Dans cette contrée, la plupart des concessions de mines sont tracées horizontalement, à cause de la disposition indiquée des substances minérales: elles diffèrent, en cela, des concessions verticales que nous avons considérées, dans le Hartz, à l'aide des pl. 4 à 8, 15 et 16; mais on y reconnoît ce même système bienfaisant de division de la richesse minérale, dont il a été fait mention dans le tom. I.er de cet ouvrage. Ce système encourage l'homme laborieux, sans éloigner l'homme pauvre, parce que tous sont admis à prendre part à l'exploitation, sous la direction paternelle du gouvernement. Rien de plus conforme à la nature des mines: en effet, loin d'exiger les énormes avances de capitalistes auxquels il faudroit un profit prompt et considérable, loin de réserver à quelques concessionnaires exclusivement tout le fardeau et tout le bénéfice d'une vaste exploitation, ce système emploie immédiatement les modiques épargnes et souvent même les bras des hommes du pays, qui sentent, à ce titre, toute l'importance de la conservation des mines, et qui sont accoutumés à se contenter de peu.

La *fig. 10*, et la note qui l'accompagne, font voir que les mines de Bleyberg s'étendent sur une longueur totale de 9050 mètres, parallèlement à la vallée d e, depuis la ligne m k jusqu'à leur limite orientale, qui est située à 3450 mètres environ au-delà du bourg de Bleyberg. Dans cette étendue, il existe 500 concessions distinctes (en 1813).

Bleyberg, Pl. 21.

Sur ce nombre, il y a 411 concessions faites, soit à des particuliers, soit à de petites sociétés anonymes d'actionnaires; tels sont les espaces indiqués sur les *fig. 8* et *10*, par les chiffres *1, 2, 3, 4, 5*, et par des *lignes pleines;*

63 concessions sont en communauté entre des particuliers et le gouvernement; tels sont les espaces *6, 7, 8, 9*, &c., que distinguent, sur les figures, des *lignes entremêlées de points;*

26 concessions appartiennent au gouvernement seul; tels sont les espaces *10, 11, 12*, indiqués par des *lignes ponctuées*, sur nos deux projections (*fig. 8* et *10*).

Une semblable concession horizontale présente généralement, sauf quelques exceptions rares qui dépendent des localités, une largeur de 56 toises et une hauteur de 21. La troisième dimension est une longueur indéfinie dans le sein de la montagne. Sur les *fig. 8* et *10*, on reconnoîtra un grand nombre de ces entreprises distinctes: 40 d'entre elles portent un chiffre qui est répété dans les deux projections. (Voyez *1* à *40*.)

Galeries principales.

Chaque concession est désignée par une dénomination particulière. Dans toutes, on a trouvé du minerai de plomb; mais elles n'ont pas toutes des galeries aboutissant au jour: il en est où l'entrée et l'extraction s'opèrent par des travaux voisins, au moyen d'arrangemens qui ont lieu entre les divers exploitans, sous l'autorité de l'administration des mines. Nous nous bornerons à nommer ici les principaux ateliers souterrains; ce sont les concessions dites:

Vierzehn noth maass. (*Voyez* chiffre *7, fig. 8* et *10.*)
Antonî..... (———— *8, fig. 8, 9* et *10.*)
Christoph..... (———— *9, fig. 8* et *10.*)
Matthæus..... (————*15, ibidem.*)
Oswaldi..... (————*16, ibid.*)

Chacune de ces concessions principales renferme une galerie qui aboutit au jour.

Puits.

Quelquefois aussi, les mines de Bleyberg sont concédées par puits, qui peuvent traverser plusieurs concessions horizontales, mais sauf les droits de chaque entreprise, qui sont équitablement assurés par la pré-

voyance des réglemens. Ce cas s'est présenté, sur-tout au nord du bourg de Bleyberg : là, chaque concession de puits offre une étendue de 42 toises en carré à la surface du terrain, avec une profondeur indéfinie. *Bleyberg*, Pl. 21.

L'entaillement de la roche et du minerai n'offre ici rien de particulier. Quand une masse exploitable est bien reconnue, on y établit un atelier d'exploitation, analogue à ce que nous avons vu ailleurs, sous les dénominations d'ouvrages à gradins et d'ouvrage en travers. L'étaiement de ces mines exige peu de bois. Dans le petit nombre de concessions dont les travaux s'enfoncent au-dessous du niveau de la vallée, l'épuisement des eaux souterraines a lieu, soit par le moyen de 5 machines à colonne d'eau, construites comme celle que représente la pl. 44, *fig. 1 à 4*, soit à l'aide de 2 roues hydrauliques et de pompes, soit enfin au moyen de treuils et de tonnes. (*Voyez* pl. 33 et 34.) La plus grande partie de l'extraction des eaux et du minerai s'opère avec des treuils mus à bras d'hommes, jusqu'au niveau des galeries horizontales qui aboutissent au jour. Ateliers et extraction.

Dans la concession dite *Antonî* (voyez *8*), on remarque, auprès d'une machine à colonne d'eau, qui est employée pour l'épuisement, une machine à molettes d'une construction particulière : elle extrait le minerai de la même profondeur, de 42 toises. Le tambour de cette machine reçoit le mouvement circulaire, d'une roue horizontale contre les palettes de laquelle on dirige à volonté l'écoulement et le choc de la même colonne d'eau, qui fait le service de la machine d'épuisement. L'orifice de l'ajutage par lequel l'eau s'échappe pour donner l'impulsion aux palettes, n'a qu'environ 15 lignes de diamètre. On est satisfait du service de cette machine. Machine d'extraction.

La vallée métallifère que nous venons de considérer, renferme une population de 5000 habitans, qui est due aux travaux des mines : sur ce nombre, il y a 1500 ouvriers des mines, bocards ou usines, parmi lesquels 300 sont occupés dans les ateliers du gouvernement. L'utilité de l'exemple et des moyens de perfectionnement que cette partie de l'établissement offre aux entreprises particulières, sera sentie par quiconque réfléchira sur les principes exposés dans le tom. I.er de la *Richesse minérale*. (*Voyez*, quant aux produits, le même tom. I.er, tabl. pag. 240.) Résultat de l'exploitation.

Mine de Lignite de Sagor en Carniole.

SAGOR, Pl. 21. Fig. 11, 12 et 13.

Les *fig.* 11, 12 et 13 offrent deux coupes verticales, et le plan d'une mine de lignite qui existe à Sagor en Carniole, à 9 lieues de Laybach, vers le nord-est. Un coup-d'œil sur l'ensemble de ces figures suffira pour faire connoître le gisement et le mode d'exploitation de ce combustible, qui est employé pour le service d'une verrerie voisine. On distinguera donc les objets suivans:

a b, galerie d'alongement pratiquée dans la couche puissante de lignite, suivant sa direction. Cette galerie se prolonge de *b* en *x* vers *v*, sur une branche *n o* de la couche, qui s'étend au mur *l m* du gîte; (Voyez *fig.* 13.)

c d, galerie inférieure d'alongement, pratiquée dans une branche de la couche *r s*, qui s'étend au toit;

e, petit puits de communication entre ces deux niveaux;

f g, galerie intermédiaire d'exploitation;

k i, galerie d'écoulement, pratiquée suivant la direction du gîte, et aboutissant, par son orifice, vers le point *i*, au niveau de la rivière dite *Media*, qui coule vers le sud;

k, puits d'airage, correspondant à la galerie *c d*;

Gisement.

l m, mur de la couche exploitable, sur lequel on observe une épaisseur de 4 à 6 mètres, d'un lignite terreux et friable, entre la couche proprement dite et l'argile, noirâtre ou d'un gris bleuâtre, qui constitue le véritable mur. Cette argile paroît s'appuyer sur un calcaire gris et coquillier, que l'on observe, vers le sud, à quelque distance de l'exploitation.

n o, lignite éclatant, compacte et semblable au jayet; branche du mur;

p q, couche d'argile schisteuse, friable, sablonneuse et coquillière, qui divise en deux branches, *n o*, *r s*, la couche de lignite, en se conformant à toutes ses inflexions;

r s, lignite (voyez *n o*), branche du toit;

t, *u*, couches d'argile schisteuse, analogue à la marne, dans lesquelles abondent les coquilles et les empreintes de feuilles; on y trouve du charbon de bois;

vx, direction présumée de la branche au mur du gîte, suivant laquelle on prolonge la galerie *abx*, pratiquée dans le sein du lignite (en 1813); *SAGOR*, Pl. 21.

y, emplacement du village de Sagor;

z, emplacement de la verrerie dans laquelle le gouvernement, propriétaire de tout l'établissement, fait fabriquer, entre autres objets, tous les vases de verre qu'emploient les usines impériales d'Idria, pour la préparation chimique de différens sels et produits mercuriels.

L'exploitation de la mine de lignite que nous venons de considérer, s'opère au moyen de galeries de traverse, telles que celles qui sont indiquées, sur le plan *fig. 12*, par les chiffres *1, 2, 3, 4, 5, 6*, à partir des deux niveaux *ab*, *cd*, suivant un mode analogue à l'ouvrage en travers, décrit pl. 20, *fig. 1* à *3*. Exploitation.

L'écoulement des eaux et l'extraction du minerai ont lieu par des galeries d'alongement. De cette mine on extrait annuellement 30000 quintaux de combustible.

Mines de Fer de l'île d'Elbe.

Les *fig. 14, 15* et *16* se rapportent aux mines de fer de l'île d'Elbe, qui sont aussi célèbres par leur abondance actuelle, que par l'antiquité immémoriale de leur exploitation. Nous avons déjà fait mention de la quantité et de l'emploi des produits de ces mines, dans le tom. I.er de la *Richesse minérale*, pag. 425; ici nous jetterons un coup-d'œil sur les gîtes de minerais, et sur la disposition générale des travaux par lesquels ils sont exploités à ciel ouvert. Cette méthode a remplacé, depuis l'invention de la poudre, l'ancien système d'excavations souterraines, dont on observe fréquemment les restes. Notre guide sera M. de Gallois, ingénieur en chef des mines de France, qui a résidé pendant plusieurs années sur les mines de l'île d'Elbe, et qui a bien voulu nous communiquer les résultats de ses intéressantes observations. Nous allons en offrir l'extrait. *ILE D'ELBE*, Pl. 21.

L'île d'Elbe renferme plusieurs gîtes distincts de minerais, parmi lesquels les plus considérables existent dans les lieux suivans :

ILE D'ELBE, Pl. 21. Fig. 14, 15 et 16.

1.° A *Rio-la-Marine*, le gîte s'étend vers *Rio-Albano* ou *Rio-Frassino*, qui est situé au pied de la montagne dite *Monte del Giove;* c'est cette mine principale que nous considérerons au moyen des *fig. 14* à *16*.

2.° A *Terra-nera*, près du golfe de Porto-Longone, on observe une masse de fer oligiste très-compacte, qui est encaissée dans un terrain serpentineux.

3.° Sur le mont *Calamita*, non loin du cap de ce nom, le gîte de minerais est une masse de fer oxidulé, dit *calamita*, ou pierre d'aimant.

La *fig. 14* offre le plan du monticule métallifère et des trois principaux ateliers d'exploitation des mines de Rio.

Principaux ateliers.

La *fig. 15* est une coupe verticale suivant A, B, C du plan; elle passe par les trois ateliers d'exploitation, dits *Pietamonte* (D), *Sanguinaccio* (E), *Antenna* (F), par une ancienne excavation *a*, par la plage ou marine *o*, par le mole *p*, et elle aboutit au canal de Piombino. Il importe de remarquer que, dans cette figure, les différences de niveau sont indiquées d'après une échelle qui est le double de celle du plan *fig. 14;* la hauteur totale du monticule métallifère au-dessus du niveau de la mer, n'est que d'environ 180 mètres.

La *fig. 16* présente le détail de l'atelier E, d'après une échelle qui est plus grande, tant pour les longueurs que pour les hauteurs.

Sur les trois figures, les mêmes objets sont désignés par les mêmes lettres, dont nous verrons l'explication plus tard; mais considérons d'abord la disposition générale des roches de cette contrée.

Roches et minerais.

La roche qui domine dans la constitution du monticule métallifère *dl*, est nommée *bianchetta* par les ouvriers. C'est une roche schisteuse et talqueuse, blanche, légèrement ochreuse, quelquefois jaunâtre, dans laquelle abonde la silice unie à l'alumine, en diverses proportions. Cette roche passe, en se décomposant, à l'état d'une masse talqueuse ou argileuse, ou de veines bolaires qui sont diversement colorées. Dans celles des argiles qui sont bleuâtres, on trouve des pyrites et du fer oligiste en divers états, mais dont aucun ne ressemble à ces beaux échantillons de fer oligiste irisé, qui sont connus dans les cabinets de minéralogie sous la dénomination de minerai de l'île d'Elbe. Les échantillons ainsi nommés ne sont point des minerais qu'on utilise; c'est une

variété qui se trouve accidentellement dans les anciens déblais où le fer oligiste se présente en géodes, au sein d'une roche quartzeuse et cristalline. *Ile d'Elbe, Pl. 21.*

Les minerais proprement dits, ceux qui sont l'objet de l'exploitation, diffèrent de ces raretés de cabinet, ainsi qu'on va le voir.

Dans l'atelier de *Sanguinaccio (voyez* E, *fig. 16)*, on observe la disposition suivante :

1.° A la surface du terrain, se présente une couche de 3 à 6 pieds d'épaisseur, d'une terre rouge qui est mêlée de petites écailles brillantes, de minerai de fer oligiste, et qui contient aussi de petites masses de ce même minerai. Quand les eaux pluviales ont lavé cette couche dont elles entraînent la terre, la cime du monticule offre l'aspect d'une masse de fer ; de là des supputations erronées qui ont été publiées concernant l'abondance, l'antiquité et la durée probable des mines de fer de l'île d'Elbe. Le monticule entier a été considéré comme une masse de métal, par des voyageurs qui n'avoient vu que la surface du gîte de minerais. *Atelier dit Sanguinaccio.*

2.° Au-dessous de la couche que nous venons d'indiquer, il s'en trouve une de même épaisseur à-peu-près, qui est désignée par la dénomination de *Cappellaccio :* c'est effectivement un vaste chapeau, ou, si l'on veut, une croûte de fer oxidé, d'un brun rouge, et très-caverneux, qui couvre le banc principal de minerai. Quelquefois, entre le *Cappellaccio* et la couche supérieure, on observe un tuf ferrugineux, spongieux, boursouflé, d'un brun noirâtre, renfermant des cavités qui sont tapissées d'un mince enduit d'hématite d'un noir luisant ; quelquefois aussi, entre ce même *Cappellaccio* et le banc inférieur de minerai *(r, fig. 16)*, se présente un amas de matières végétales, et particulièrement de racines d'un aspect analogue à celles du figuier, dont la substance ligneuse est remplacée par du fer oxidé d'un jaune brun : on trouve de ces racines dans les fissures mêmes du banc de minerai. Les matières qui proviennent du *Cappellaccio* sont rejetées comme ne fournissant pas un minerai de bonne qualité.

3.° Le banc de minerai proprement dit *(r)* présente jusqu'à 10 mètres d'épaisseur. Il est composé de blocs et de noyaux de fer oligiste très-compacte et de fer oligiste micacé, dont le volume varie, en diminuant, depuis un pied cube jusqu'à la grosseur d'une noix. Ces blocs et

Ile d'Elbe, Pl. 21.

noyaux sont liés entre eux et avec de petits fragmens argileux de la roche dite *bianchetta*, par un minerai de fer terreux et rouge, qui paroît provenir d'une recomposition du minerai de fer oligiste, antérieurement désagrégé. Les morceaux obtenus de cette *masse couchée* de minerai sont ordinairement criblés d'une multitude de petits trous, ou tubes tortueux, qui permettent assez souvent le passage de l'air, quand on l'y insuffle, et qui sont intérieurement tapissés d'un léger enduit, luisant et noirâtre. La couleur rouge du minerai et sa propriété de tacher les doigts, comme la sanguine, l'ont fait nommer *sanguinaccio* ainsi que l'atelier. Le minerai n'est mis à profit que lorsqu'il peut donner au moins 45 pour 100 en fonte de fer; autrement on le rejette.

Atelier dit *Antenna*.

Dans l'atelier dit *Antenna (voyez* F, *fig. 15)*, le minerai n'est point sujet aux mêmes variations d'aspect et de nature. C'est un fer oligiste très-dur, très-compacte, d'un aspect métallique très-brillant. Le gîte exploitable offre aux yeux une épaisseur verticale de 20 mètres : là se présentent des blocs métallifères confusément mêlés avec des blocs stériles; le tout est recouvert de fragmens de roches et d'une terre végétale brunâtre. Ce gîte de minerais paroît s'appuyer contre la roche dite *bianchetta;* mais sa communication avec le gîte de *Sanguinaccio* n'est pas reconnue. La ténacité du minerai de l'*Antenna*, jointe à son aspect métallique, l'a fait nommer par les ouvriers *vena ferrata:* quelquefois, perdant son éclat ordinaire, le minerai prend l'aspect d'une hématite; on le nomme alors *vena cieca*.

Atelier dit *Pietamonte*.

Dans l'atelier dit *Pietamonte (voyez* D, *fig. 15)*, le gîte exploitable est entièrement composé de fer oligiste micacé, constituant un banc dont les fissures sont remplies d'ochre jaune. Ce banc repose sur la roche dite *bianchetta;* l'aspect brillant du minerai l'a fait nommer *vena lucciola*.

Outre les espèces de minerais dont il vient d'être fait mention, il en est deux autres que l'on recueille sur la plage, mais en quantité peu considérable : ce sont des fragmens triés par un lavage naturel que les vagues de la mer viennent opérer sur les terres métallifères dont le rivage est couvert dans le voisinage de la mine. L'un de ces minerais, nommé *puletta*, est un sable très-fin, composé de fer oligiste micacé : l'autre

consiste en galets de fer oligiste compacte; on le distingue par la dénomination de *ferrino*. *ILE D'ELBE*, Pl. 21.

Ces diverses espèces de minerais, qui peuvent toutes être considérées comme un fer oxidé très-pur, tenant jusqu'à 65 pour 100 en métal, sont livrées indistinctement pour le service des usines de l'Italie, et réparties entre les consommateurs au même prix, à l'exception de la *puletta*, dont le débit est peu considérable, la valeur modique, et l'emploi borné aux usines dites *forges catalanes*. Richesse des minerais.

Le mont métallifère *(dl)* que nous venons de considérer, se prolonge vers le nord-est, d'environ un mille au-delà des ateliers D, E, F. (Voyez *fig. 14* et *15*.) Extension du mont métallifère.

Sur sa partie orientale, que baignent les eaux de la mer, se présente un grès quartzeux dur qui, en cet endroit, est mêlé de minerai, tandis que, vers le nord-ouest, cette même roche est stérile. On observe, sur cette même partie orientale, quelques portions calcaires et beaucoup de couches d'un schiste argilo-calcaire tendre, grisâtre, très-contourné, renfermant des pyrites de fer, et quelquefois un peu de bitume. Roches environnantes.

Un minerai de fer spathique, diversement coloré, se montre dans les roches d'un site dit *la Vigneria*, que l'on rencontre au nord-est de Rio (voyez *n*, *fig. 14*); il a donné lieu jadis à quelques exploitations. Plus loin, vers le nord-est, le *Monte del Giove* est composé de roches de la formation talqueuse, qui se rapportent à l'époque des terrains primitifs: on y trouve un minerai de fer très-mélangé, qui pour cette raison n'est pas exploité.

Vers le nord-ouest des ateliers D, E, F, le terrain passe entièrement au calcaire compacte. En se rapprochant des hauteurs sur lesquelles est situé le village de Rio supérieur, il présente une serpentine compacte, d'un vert noirâtre, susceptible d'un beau poli. On y trouve aussi des bancs d'un marbre blanc, dur et cristallin.

Au sud du ruisseau de Rio, les roches que baigne la mer sont composées d'actinote; elles paroissent alterner avec quelques bancs de marbre cipollin. C'est dans cette partie que M. le Lièvre a découvert le minéral aujourd'hui connu sous le nom de *yénite*, qui contient jusqu'à 50 pour 100 de fer; on y trouve aussi de petites masses d'aimant.

ILE D'ELBE. Pl. 21.

Cet aperçu général suffit pour indiquer avec quelle profusion la nature a répandu le fer dans l'île d'Elbe. D'après la disposition des bancs de minerais que représentent les *fig. 15* et *16*, et d'après leur relation avec les roches environnantes, il paroît que ce mode de gisement se rapporte en partie à celui que nous avons désigné par la dénomination de *masses couchées*, dont la formation seroit contemporaine de celle du terrain primitif qui les recèle, et en partie à une époque postérieure de formation, dans laquelle une portion des dépôts anciens auroit été diversement élaborée par les agens extérieurs, puis déposée de nouveau en couches superposées aux premiers gîtes de minerais.

Exploitation à ciel ouvert.

Dans les mines de l'île d'Elbe, l'exploitation à ciel ouvert diffère peu de celle des carrières à moellons. Après avoir déblayé les terres et les minerais défectueux de la partie supérieure, qui sont transportés hors de la mine sur les tas de déblais, on établit, dans le banc exploitable, un premier gradin droit, en faisant éclater le minerai par la poudre; ensuite, par le moyen de quelques gradins semblables qui sont disposés au-dessous, on parvient à extraire totalement le banc de minerai jusqu'à la roche dite *bianchetta*, sur laquelle il repose.

Détails des *Fig. 14 à 16.*

L'explication suivante achevera de donner une idée des mines de l'île d'Elbe. Sur les *fig. 14* à *16*, on reconnoîtra les objets ci-après, savoir :

a, grande excavation résultant d'exploitations antérieures, d'où il a dû être extrait des quantités considérables de minerai;

1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; 5, 6 et *7*, chemins pratiqués pour le transport des déblais hors de la mine, et correspondant aux différens niveaux sur lesquels les exploitations successives ont eu lieu : on voit sur le plan (*fig. 14*) la voie principale qui communique transversalement avec ces divers chemins;

b, b, b, déblais provenant de l'exploitation de la partie excavée *a*;

c, c, déblais provenant de l'exploitation actuelle qui a lieu dans les ateliers D, E, F; (*Voyez* ci-dessus.)

d, masse de roche dite *bianchetta*, contre laquelle s'appuyoit le minerai extrait de l'excavation *a*;

e, affleurement d'un banc de minerai, auprès du ruisseau *g*;

f, f (fig. 15), indication de bancs ou couches de pyrite de fer et de minerai;

g, petit ruisseau qui résulte des infiltrations, et dont l'eau est imprégnée de sulfate acide de fer;

h h, ravin qui sépare le monticule métallifère *d l*, du monticule stérile *i*;

k, amas de laitiers provenant d'anciennes usines à fer qui n'existent plus : on rencontre fréquemment de semblables amas dans l'île d'Elbe. La dernière usine à fer qui ait existé dans cette île, étoit située, dit-on, entre Porto-Ferrajo et Porto-Longone, vers l'année 1589. Aujourd'hui les bois du *Monte del Giove* et de *Marciana* sont les seuls qui restent dans cette île. On est réduit à exporter la totalité du minerai de fer exploité, principalement vers la Toscane, et aussi vers la Romagne, le pays de Gènes, le Piémont, le royaume de Naples et la Corse;

l, amas considérable de déblais provenant d'anciens travaux qui ont eu lieu vers la cime du mont métallifère *d l*;

m, m, partie de ce monticule qui est recouverte de déblais et de travaux abandonnés dont on fait remonter l'époque aux temps les plus reculés;

n, site dit *la Vigneria*. (*Voyez* ci-dessus.) Du pied des roches qui l'environnent sort une source d'eau minéralisée par le sulfate de fer;

o, habitations de la plage dite *Marine de Rio*, et emplacement pour le dépôt des minerais;

p, mole en bois qui se prolonge dans l'anse voisine, pour faciliter le chargement des minerais sur les navires destinés à leur exportation;

q, tour qui s'élève à l'extrémité de l'anse;

r (fig. 16), banc de minerai en exploitation, et détails de l'intérieur de l'atelier dit *Sanguinaccio*, qui est indiqué sur les *fig. 14* et *15* par la lettre E;

La *fig. 16*, jointe à ce qui précède, fait connoître les diverses couches qui couvrent le banc *r*;

t, t', gradins ou tailles d'exploitation à ciel ouvert;

u, sol de l'atelier, offrant aux yeux la roche dite *bianchetta*, sur laquelle repose le banc de minerai *r*;

ILE D'ELBE, Pl. 21.

x, grotte ou entrée de galeries souterraines très-irrégulières, qui ont été pratiquées avant l'époque de l'invention de la poudre;

y, déblais de l'atelier E;

z, grande tranchée ouverte dans la roche dite *bianchetta*, pour faciliter l'exploitation du banc de minerai *r*. Par ce moyen, on va le joindre au niveau le plus bas qu'il est possible, sur la pente du monticule qui est opposée à la plage, et l'on se propose d'établir une communication entre les ateliers D, E, F. Il en résultera une extraction plus facile du minerai; mais le transport des déblais deviendra plus dispendieux.

Mine d'alun de la Tolfa en Italie.

LA TOLFA, Pl. 21.

Fig. 17 et *18*.

Les *fig. 17* et *18* offrent le plan et la coupe verticale d'une partie des mines d'alun de la Tolfa, qui sont situées en Italie, au nord-est et à 15 kilomètres de *Civita-vecchia*.

C'est aux observations de feu M. Collet-Descostils, ingénieur en chef des mines de France, qui a résidé sur cet établissement (en 1813), que nous sommes redevables des renseignemens à l'aide desquels nous allons jeter un coup-d'œil rapide sur le principal atelier d'exploitation, dit *Cave Gangalandi*.

Roches et minerais.

Les monticules dans lesquels on exploite en cet endroit le minerai d'alun, qui est connu sous le nom d'*aluminite*, ou de pierre de la Tolfa, sont composés d'une roche feldspathique, blanchâtre, compacte, qui s'élève au-dessus d'un terrain calcaire et schisteux, dans le voisinage de laves granitoïdes, et qui paroît être un produit volcanique. (*Voyez* g, h, I, K, l, m, n, o, sur les figures.) Tantôt cette roche est en état de décomposition et présente un aspect argileux; tantôt elle offre l'apparence d'un quartz résinite. On trouve dans son sein des veines *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, d'une substance siliceuse ou argileuse, compacte, quelquefois assez dure pour faire feu au briquet, d'un blanc rosâtre et d'une saveur stiptique.

Exploitation à ciel ouvert.

Cette substance, dite *aluminite*, est l'objet de l'exploitation qui s'opère à ciel ouvert, au moyen d'une vaste tranchée, dont les *fig. 17* et *18* donneront une idée suffisante.

Par une galerie souterraine de recherche *i*, on a reconnu plusieurs nouvelles veines; elles se dirigent à-peu-près parallèlement à celles qui sont exploitées en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, entre les parois inclinées des monticules encore intacts g, h, I, K, l, q. Deux îles de roches, m n et p, s'élèvent sur le fond de la tranchée o *k*. La première m n a été attaquée et a fourni des minerais; la seconde p est négligée, comme n'offrant qu'une roche stérile. On se propose d'ouvrir, par la suite, une nouvelle tranchée qui sera dirigée à-peu-près parallèlement à la première o *k*, vers le sud-est des travaux actuels. Une telle tranchée est entaillée à l'aide de la poudre, au moyen d'un tirage à fortes charges, qui emploie trois hommes pour chaque trou. Pour obtenir un mètre cube d'*aluminite*, propre au travail de l'usine, on est obligé d'extraire en outre 10 mètres cubes de rocher. Un trou de mine, de 5 centimètres de diamètre et de 67 centimètres de profondeur, exige une livre et demie de poudre et produit peu d'effet, en partie à cause des fissures de la masse minérale : un atelier composé de trois hommes exécute par jour trois semblables trous, et il abat par semaine environ 21 mètres cubes de roche.

Pour l'écoulement des eaux, dans la partie occidentale de la cave *Gangalandi*, on a pratiqué une galerie souterraine *kl*, dont l'orifice extérieur est situé à environ 100 mètres au nord-ouest du point *l*, en un point auquel aboutit le prolongement d'un chemin *pq*. Quant à la partie orientale, un écoulement naturel des eaux y résulte d'une pente qu'on a soin de donner au fond de la tranchée d'exploitation o *k*.

Les déblais abondans qui proviennent de cette tranchée sont transportés, par des chemins *n o* et *r s*, sur de vastes places de décharge, situées hors de l'enceinte des travaux. On voit, en *m*, *m*, de semblables tas d'anciens déblais. Malheureusement, dans l'espace dit *place du bois*, qui est indiqué entre les lettres *y*, *x*, on a commis la faute de couvrir de ces déblais plusieurs veines d'aluminite *g*, *h*; ils sont soutenus, en cet endroit, par des muraillemens *t*, *t*, qui sont construits en pierre sèche.

Non loin de là est située l'usine dans laquelle le minerai d'alun est soumis au grillage, puis au lessivage, et enfin aux opérations par lesquelles on obtient l'alun, en faisant évaporer sa dissolution.

La Tolfa, Pl. 21.

Cette exploitation, dont l'origine remonte à l'année 1458, paroît n'avoir pas éprouvé, depuis cette époque, toutes les améliorations dont elle étoit susceptible; c'est ce qu'indique l'intéressant Mémoire de feu M. Descostils, qui est inséré dans les *Annales des mines,* tom. I.er, pag. 319 (année 1817).

La précédente notice, qui n'a pour objet que de donner une idée générale des mines de la Tolfa, fut extraite, en 1814, du manuscrit que feu M. Descostils avoit alors offert à l'auteur de la *Richesse minérale,* pour cette destination.

CHAPITRE VIII.

EXPLOITATION DU SEL GEMME.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 22.

Mine dite Dürrenberg, *près Hallein, dans le pays de Salzburg; Méthode de dissolution.*

Salzburg, Pl. 22.

Coup-d'œil général.

Depuis plus de douze siècles, on exploite, sur la rive gauche de la Salza, au sud-ouest et à une lieue de la petite ville de Hallein, dans le pays de Salzburg, une masse énorme de sel gemme. On assure que ce précieux dépôt étoit connu des Romains, et qu'ils avoient même formé, non loin de Salzburg, alors nommé *Juvavia*, dans l'ancienne Norique, des établissemens qui paroissent avoir été détruits par les Goths lors de l'irruption de ces barbares.

C'est dans la montagne de Dürrenberg qu'est ouverte la célèbre exploitation qui doit nous occuper : un coup-d'œil sur les *fig. 1, 2* de la pl. 22 fera apercevoir la forme générale de cette montagne, entre quatre ruisseaux désignés par les chiffres *21, 22, 24* et *25*, sa plus grande hauteur au point *20*, enfin la différence d'élévation qui existe entre son sommet et l'orifice *1* de la galerie inférieure; celle-ci est située à 1600 pieds au-dessus du niveau de la mer, et peu élevée au-dessus du niveau de Hallein.

De savans observateurs sont portés à croire que la masse salifère de Dürrenberg s'étend, sans interruption, jusque dans les mines de sel de Berchtolsgaden, situées à quatre lieues, vers le sud-ouest, de Hallein. Ils attribuent au voisinage de cette masse les sources salées de Reichenhall, situées à six lieues au nord-est de la même ville de Hallein.

Il paroît que les masses de sel gemme qu'on exploite à Ischel, à Hallstadt en Autriche, à Aussee en Styrie, et à Hall en Tyrol, appartiennent toutes à cette même formation de substances salifères, déposées sur le pied septentrional d'une grande chaîne de hautes mon-

Salzburg, Pl. 22.

tagnes calcaires, qui s'étend, de l'est à l'ouest, dans la haute Autriche, dans les pays de Salzburg, de Berchtolsgaden, de Reichenhall, sur Hall en Tyrol, et jusque dans la Suisse.

Bornons-nous à considérer la portion de ce dépôt qu'on exploite auprès de Hallein.

Roches environnantes.

Quand on descend des montagnes de Tauern, en venant de la Carinthie, pour se porter vers Hallein, on voit auprès de Werfen, bourg situé à 7 lieues au-dessus de cette même ville, sur le cours de la Salza, une roche calcaire de transition qui, d'après les observations de M. de Buch, passe, par des nuances insensibles, au calcaire stratiforme ou secondaire *[flætzkalkstein]*. Les bancs de cette roche, dont l'épaisseur varie de 3 à 6 pieds, se dirigent d'abord de l'est à l'ouest, et s'inclinent de 60 degrés vers le nord: c'est ce qu'on remarque auprès de Werfen, dans l'étroite vallée où la Salza semble s'être ouvert un passage, avec violence, à travers les roches qui encaissent aujourd'hui ses deux rives, entre deux murs presque verticaux, d'une hauteur de 500 à 800 pieds.

Au sortir de ce défilé, la direction des roches, s'étant modifiée graduellement, présente une ligne qui va du sud-est vers le nord-ouest. Bientôt on reconnoît que la chaîne calcaire forme, sur la rive gauche de la Salza, un avancement ou promontoire qui s'étend au loin dans le pays, en diminuant considérablement de hauteur.

Fig. 1 à 3.

C'est dans le bassin qui résulte des inégalités de ce promontoire, que s'est déposée la masse salifère de Dürrenberg: ici, la roche calcaire est un marbre rosâtre, d'un grain fin, dont les bancs, d'après M. de Buch, se dirigent du sud-est au nord-ouest, sous l'église de Dürrenberg (*voyez* n.° *19*, *fig. 1*), avec une inclinaison qui, en ce même endroit, n'est plus que de 30 degrés vers le nord-est.

Le même savant, et M. Karsten dans ses Tableaux minéralogiques, regardent la roche calcaire sur laquelle repose la masse salifère, comme se rapportant à l'époque de formation qu'on désigne par le nom de *calcaire alpin*, et par conséquent, comme d'une époque peu postérieure à celle des grès (dits *roth und weisse todte liegende*), qui supportent le schiste cuivreux dont il est fait mention ailleurs dans cet ouvrage. (*Voyez* pl. 23.)

Si l'on considère le Dürrenberg en venant de Hallein, on observe que les galeries principales par lesquelles le mineur a pénétré, à différens niveaux, dans la masse salifère, s'étendent, en général, du nord-est vers le sud-ouest, comme le fera voir un simple coup-d'œil sur la *fig. 2* de la pl. 22. *SALZBURG*, Pl. 22.

Depuis les orifices *1, 3, 4, 5, 6* de ces galeries, jusqu'aux points désignés sur leur cours par les lettres *a, b, c, d, j* (voyez *fig. 2* et *3*), elles sont pratiquées dans cette même roche calcaire que nous venons de reconnoître comme supportant la masse salifère de l'autre côté, c'est-à dire, entre Werfen et Dürrenberg.

C'est principalement dans la galerie n.° *1*, qui est la plus profonde de toutes, qu'on a distingué la superposition du terrain salifère sur la roche calcaire qui s'incline de 30 degrés vers le sud-ouest. Il résulte de la correspondance des observations analogues qui ont été faites dans les différentes galeries, que la masse salifère est bornée, de ce côté, par la roche calcaire, suivant un plan incliné que représente la ligne A B, sur la coupe *fig. 3*. Masse salifère.

On ne connoît point les bornes de cette masse vers le sud-est et vers le nord-ouest, non plus que dans la profondeur; mais il paroît, quoique ce ne soit pas encore l'opinion générale, que, dans la partie sud-ouest de l'exploitation, on est parvenu, par le prolongement de plusieurs galeries, jusqu'à la roche calcaire qui borne, de ce côté, la masse salifère.

Nous distinguons, sur la *fig. 2*, par les lettres *e, f, g*, G, *h, j*, les points de ces divers ouvrages souterrains dans lesquels on a reconnu la roche calcaire. C'est de leur corrélation que résulte, sur la *fig. 3*, la ligne C D qui figure l'inclinaison vraisemblable de la paroi calcaire sur laquelle la masse salifère repose de ce côté.

Autour de la masse salifère, on voit s'élever des montagnes calcaires dont elle a enveloppé les contours et rempli les sinuosités, comme le feroit, pour ainsi dire, une bouillie répandue entre des cloches dont elle envelopperoit le pied, sans atteindre leur sommet.

Quelquefois, des portions considérables de ces roches environnantes sont tombées, de leur position première, dans le sein de la masse; elles y présentent alors des anomalies qui, au premier coup-d'œil, pourroient faire croire que le calcaire est superposé à la masse salifère.

SALZBURG, Pl. 22.

C'est ce qu'on observe, par exemple, au point qui est indiqué par E sur les *fig. 1* et *2*; mais, d'après les observations récentes de M. de Schenk, inspecteur en chef des mines de Hallein, et digne élève de M. Werner, il paroît hors de doute que, dans la partie sud-ouest de l'exploitation, comme dans la partie nord-est, la disposition des substances minérales est telle que nous allons l'indiquer.

Exemple du gisement.

Plaçons-nous au point F *(fig. 1* et *2)* dans la galerie dite *Johann Jacobberg stolln*, non loin de l'endroit où le puits incliné en glissoire, dit *Johann Jacob rolle* (lettre σ), aboutit, par sa partie inférieure, à la galerie de même nom qui est indiquée sur la *fig. 2* par le chiffre *3*. Partant de ce point situé dans la masse salifère, et marchant de F en G vers le sud, considérons d'anciens travaux dits *Alt-ankerschacht-tritt*, qui se trouvent sur ce même étage. Voici quel est l'ordre de superposition des roches qui a été observé en cet endroit; il est figuré par la coupe, *fig. 4*.

Fig. 4.

On a traversé les substances qu'indiquent les numéros ci-après:

1, la masse salifère, argile schisteuse, d'un gris bleuâtre ou verdâtre, plus ou moins imprégnée de soude muriatée: c'est ce que les minéralogistes allemands appellent *salzthon*, ou argile salifère. Quand cette masse renferme de nombreux fragmens ou noyaux d'une marne que nous verrons tout-à l'heure, les mineurs désignent la roche salifère par le nom de *haselgebirge* [mot à mot, *roche à noisettes*], et ils regardent avec raison la rencontre du *haselgebirge* comme un indice prochain de la masse utilement exploitable.

Tantôt le sel est disséminé dans toute la masse d'argile, et reconnoissable seulement par le goût; tantôt il est cristallisé, et il présente aux yeux comme un assortiment de rubans des couleurs les plus brillantes, parmi lesquelles dominent le rouge et le blanc. Des veines minces de gypse, diversement colorées, accompagnent les veines de sel, en se conformant à leurs fréquentes ondulations.

Au-delà du n.° *1*, on a traversé:

2, marne chisteuse *[mergelschiefer]*, d'un aspect terreux, marne grisâtre dans laquelle se trouvent des rognons de gypse qui font corps avec elle; ce banc a une épaisseur de 92 pieds;

3, gypse stratifié, 10 pieds;

4, marne schisteuse, noirâtre, luisante, d'un aspect qui offre quelque analogie avec celui du schiste marno-bitumineux; elle forme un banc épais de 24 pieds; *SALZBURG*, Pl. 22.

5, marne schisteuse, noirâtre, terne, 1 pied et $\frac{1}{2}$;

6, marne schisteuse, comme ci-dessus n.° *4*, 19 pieds;

7, marne schisteuse, comme n.° *5*, 1 pied et $\frac{1}{2}$;

8, roche calcaire, compacte, d'un grain fin, susceptible de poli, ordinairement grise ou jaunâtre, quelquefois bigarrée de rouge et de brun, formant ici une épaisseur totale de 25 pieds;

9, marne schisteuse, comme ci-dessus n.os *7* et *5*, épaisseur de 1 pied et $\frac{1}{2}$;

10, roche calcaire, comme n.° *8* ci-dessus, épaisseur de 19 pieds.

Si, revenant au point F, on parcourt la galerie principale de ce même étage, dite *Johann Jacobberg stolln*, en se dirigeant vers son orifice *3*, on commence par traverser la masse salifère, qui est accompagnée des mêmes substances que ci-dessus, jusqu'à ce qu'étant parvenu au point *b*, on retrouve le calcaire qui la supporte de ce côté.

Un coup-d'œil sur les *fig. 1, 2* et *3*, fera saisir l'ensemble et la corrélation d'un grand nombre d'observations analogues; il en résulte que la masse salifère nous paroît être supportée par la roche calcaire du côté du sud-ouest, aussi bien que du côté du nord-est. Opinion à ce sujet.

Dans plusieurs des bancs de la roche calcaire de Dürrenberg, on trouve diverses coquilles bivalves, et quelquefois des impressions de coquilles tellement abondantes, que la roche ressemble à un marbre coquillier : c'est principalement dans des bancs puissans qui se montrent au jour, et qu'on exploite à la carrière dite *Wallbrunn*, située au point H, *fig. 2*. Carrières voisines.

On trouve aussi, aux environs de la montagne de Dürrenberg, des masses considérables d'un grès ferrugineux, grisâtre, qui paroît se rapporter à celui que les Tableaux minéralogiques de M. Karsten désignent par le nom de *bunter-sandstein*, grès bigarré, d'une formation récente dans l'époque du terrain secondaire. Plus loin, et particulièrement auprès de Salzburg, s'élèvent des montagnes composées de ces fragmens calcaires agglutinés, que les minéralogistes allemands désignent, dans

SALZBURG, Pl. 22.

l'époque du terrain d'alluvion, par le nom de *kalk-nagelfluh*. Enfin, dans les ravins qui sillonnent la surface de la montagne de Dürrenberg, on trouve, sous la terre végétale, la marne durcie, l'argile à poterie, qui ne constituent, en général, qu'une croûte peu épaisse au-dessus de la masse salifère.

Nous ne nous arrêterons pas à décrire toutes les variétés de substances minérales que réunit l'intérieur de la mine ; il nous suffit d'en avoir indiqué l'ensemble. On trouve, à cet égard, les détails les plus circonstanciés dans l'excellent ouvrage de M. de Moll, publié à Salzburg en 1797, sous le titre *Jahrbücher, &c.* [Annales des Mines, &c.], tom. I.er, pag. 199 *et suiv.* Il est d'ailleurs facile de voir ces diverses substances dans plusieurs cabinets de minéralogie, ce qui est toujours préférable aux descriptions. Passons donc à l'exploitation du sel, qui est ici notre principal objet.

Ensemble de l'exploitation du sel.

Comme, dans cette mine, le sel n'est que rarement en masses assez considérables et assez pures pour qu'on puisse l'exploiter, avec profit, par les procédés ordinaires d'entaillement, on a recours à la dissolution par le moyen de l'eau ; voici quel est le système général :

1.° On recueille, dans des conduits disposés à la surface du terrain, l'eau douce qui coule dans les ruisseaux indiqués, sur les *fig. 1* et *2*, par les chiffres *21*, *22* et *25*.

2.° On fait parvenir cette eau douce par les ouvertures *13*, *14*, *15*, *16*, *17* et *18*, dans des excavations telles que a, b, c, d, jusques et compris q, excavations qui sont pratiquées au sein de la masse salifère. L'eau douce, en agrandissant ces excavations d'abord peu étendues, se sature des parties salines qu'elle peut seules dissoudre, et les parties terreuses se précipitent.

3.° On se tient continuellement en garde contre les eaux douces que l'on voit fréquemment sourdre dans l'intérieur, comme, par exemple, à tous les points marqués *x*. On maîtrise ces eaux, qui troubleroient tout l'ordre établi, soit en les faisant écouler au-dehors par les galeries principales, ou par de petites galeries de secours, telles que celles dont les orifices sont indiqués aux points *10*, *12*, soit en les introduisant dans les

excavations, conjointement avec les eaux douces de la surface, comme aux environs du point E *(fig. 1 et 2)*. SALZBURG, Pl. 22.

4.° Quand l'eau douce introduite dans les excavations a, b, c, d, &c. est saturée de sel, et débarrassée des parties terreuses par leur précipitation, ce qui a lieu communément après trois semaines de séjour, on fait écouler l'eau salée dans des conduits convenablement disposés, par les galeries *1, 3, 4, 5, 6, 8*, qui la portent à différens réservoirs situés au jour; là, elle achève de laisser les impuretés se précipiter, après quoi on la fait écouler vers des chaudières qui sont établies dans la ville même de Hallein, et on l'y soumet à l'évaporation, d'où l'on obtient le sel.

Avant d'entrer dans les détails de l'exploitation souterraine, jetons un coup-d'œil sur les objets qu'il importe de remarquer, tant au jour que dans les travaux souterrains : nous compléterons ainsi l'explication de la pl. 22.

On distinguera, sur les *fig. 1, 2, 3*, neuf étages de travaux souterrains, à chacun desquels correspond une des galeries principales qui sont indiquées par les chiffres *1* jusqu'à *9*; un tel étage, dit *berg* dans ce pays, porte en outre un nom distinctif, et sa galerie est nommée *stolln*; de là les dénominations suivantes: Détails des *Fig. 1 à 3.*

1, orifice de la galerie d'écoulement dite *Wolf-Dietrichberg stolln*. Cette galerie, pratiquée depuis le jour jusqu'au point *a* dans une roche calcaire grisâtre, fut entreprise en l'année 1596, et en état de service en 1633; Étages de galeries.

2, étage dit *Ruppertsberg*. Cette galerie, qui est en communication avec l'étage *1*, est la seule des neuf galeries principales qui n'ait pas d'orifice au jour;

3, orifice de la galerie ou de l'étage dit *Johann Jacobberg*. Cette galerie, dont nous avons déjà indiqué qu'une portion considérable, jusqu'au point *b*, est pratiquée dans une roche calcaire, fut commencée en 1564; vers 1572, elle fut mise en communication avec l'étage immédiatement supérieur. Les galeries suivantes, qui sont toutes situées au-dessus, datent d'une époque plus reculée;

4, orifice de la galerie dite *Untersteinberg stolln*;

5, ——————— *Obersteinberg*;

SALZBURG, Pl. 22.

6, orifice de la galerie dite *Glannerberg stolln;*

7, ——————— *Freudenberg;*

8, ——————— *Leonhardsberg;*

9, ——————— *Georgenberg;*

10, orifice d'une galerie accessoire qui a rapport aux étages ou galeries n.os *4* et *5;*

11, *idem;*

12, orifice d'une galerie dite *Gmœrkberg stolln;*

Puits inclinés, &c.

13 jusqu'à *17*, orifices dits *tagschurf*, servant à l'introduction des eaux douces de la surface dans les excavations; on les nomme ainsi qu'il suit :

13, *Goldegger tagschurf*. . . . . (puits incliné);

14, *Hallersbichl*. . . . . (idem);

15, *Teufenbach* . . . . . (idem);

16, *Gœnstratten* . . . . . (idem);

17, *Meiselgraben* ou *Rothmeyer tagschurf* (idem);

18, *Prisigell stolln*, galerie qui recueille des eaux douces qu'on introduit dans les excavations souterraines;

19, église de Dürrenberg, construite en marbre rosâtre, sur le flanc de la montagne, à 140 toises à-peu-près au-dessus de l'orifice n.° *1;*

20, sommet de la montagne, dit *Hanrain-kopf*, situé à 282 toises au-dessus de l'orifice n.° *1;*

Eaux douces, &c.

21, ruisseau d'eau douce qui coule à la surface du terrain : on le nomme, vers son embouchure, *Kamsauer* ou *Glanner-bachwasser;* il change plusieurs fois de nom dans son cours, ainsi que le suivant;

22, ruisseau *(idem)*, nommé *Mooss* ou *Gœnstratten-bachwasser;*

23, confluent des ruisseaux *21* et *22*, d'où résulte le ruisseau dit *Kothbach*, qui coule vers la Salza, comme l'indiquent les flèches placées sur le cours des ruisseaux *(fig. 2)*.

24, ruisseau d'eau douce, dit *Zellergraben-bachwasser;*

25, ——————— dit *Meiselgraben;*

26, chemin de pied par lequel on se transporte sur la montagne de Dürrenberg, en venant de Hallein;

27 et *28*, chemin de voiture qui va du hameau de Dürrenberg à la ville de Hallein, située au-delà du point indiqué par *28*; *SALZBURG*, Pl. 22.

29 et *30*, chemin de voiture qui mène de Dürrenberg aux mines de sel de Berchtolsgaden, situées au-delà du point marqué *30*. Dans la *fig. 2*, on a eu soin d'interrompre la trace des chemins auprès des galeries qui passent dessous, afin d'éviter la confusion;

31 et *32*, maisons isolées. Il en existe un grand nombre d'autres sur l'espace que nous venons de considérer, à la surface du sol; nous les omettons dans les figures, pour plus de clarté.

C'est par le même motif que nous ne représentons qu'une partie des excavations ou lacs artificiels dans lesquels nous avons vu que s'opère la dissolution du sel; nous avons choisi les plus propres à faire saisir l'ensemble des travaux.

Chacun de ces lacs, dit *sinkwerk* ou *werk*, porte, en outre, un nom particulier, savoir: Lacs salés.

a, lac dit *Helmreich werk;*
b, —— *Gilser;*
c, —— *Held und Lerchner;*
d, —— *Dücker;*
e, —— *Maria-Empfænguiss;*
f, —— *Konhauser;*
g, —— *Leopold;*
h, —— *Kaiser Franz* ou bien *Auer;*
i, —— *Sigmund;*
j, —— *Schendl;*
k, —— *Widmann;*
l, —— *Puister;*
m, —— *Aman;*
n, —— *Schidl und Aigl;*
o, —— *Maximilian;*
p, —— *Thun und Sunziger;*
q, —— *Schnedizeni;*
r, —— *Hieronimus.*

Salzburg, Pl. 22.

Outre ces 18 lacs artificiels, il en existe encore 15 dans la mine de Dürrenberg; ainsi, leur nombre total s'élève à 33. Nous indiquons l'emplacement des principaux par la lettre S placée près d'un petit carré noir, qui suffit pour rappeler un petit puits de charpente qu'on établit devant un tel lac, à l'effet de régler l'écoulement de l'eau salée, ainsi que nous le verrons plus tard.

Divers puits.

Chacun de ces neuf étages de travaux, que nous avons distingués ci-dessus par les chiffres depuis *1* jusqu'à *9*, est mis en communication avec les autres étages, par des puits inclinés. Parmi ces puits nombreux, les uns, tels que ceux qu'on voit indiqués par diverses couleurs, auprès des orifices *13* à *18*, renferment les tuyaux de bois par lesquels l'eau douce est introduite, et distribuée dans les excavations ou lacs a, b, c, d, e, &c. suivant la corrélation que rappelle chacune des couleurs distinctes; d'autres puits, tels que μ, σ, sont des puits de descente, garnis de pièces de bois cylindriques, sur lesquelles le mineur, assis et tenant une corde de sa main droite armée d'un gant, peut se laisser glisser jusqu'au fond des travaux, où il parvient en peu d'instans; d'autres puits, enfin, tels que τ, λ, servent à décharger, d'un étage sur un autre situé plus bas, les dépôts terreux dont il faut quelquefois débarrasser les excavations a, b, c, d, e, &c., après qu'on en a fait écouler l'eau saturée de sel.

Les mineurs désignent chaque espèce de puits par un nom conforme à sa destination; c'est ainsi qu'ils nomment,

Les puits d'introduction des eaux, *tagschurf;*
——— de distribution des eaux, *ankerschurf;*
——— de descente en glissoires, *rolle;*
——— de décharge, *schuttpütte.*

Il sera facile d'appliquer ces diverses dénominations aux *fig. 1, 2, 3*, d'après ce qui précède et d'après ce qui doit suivre.

Circulation des eaux.

Pour se représenter la circulation des eaux dans le vaste ensemble que nous considérons, on remarquera :

1.° Qu'un même orifice, servant à l'introduction de l'eau douce, peut la fournir à des lacs qui sont situés à différens étages, et qui, par conséquent, rendent l'eau salée par différentes galeries;

2.° Que les lacs situés sur un même étage, peuvent recevoir l'eau

douce de différens orifices situés au jour, mais que ces lacs rendent l'eau salée par une même galerie.

Au moyen de ces remarques et des couleurs qui indiquent le cours des eaux douces sur les *fig. 1* et *2*, en même temps que différentes tailles de gravure distinguent les galeries d'écoulement, on reconnoîtra suffisamment les dispositions suivantes :

L'eau douce du ruisseau *21* est portée,

1.° Par le puits *15*, aux lacs k, o, p, et à cinq autres dont l'emplacement seul est rappelé;

L'eau salée de k sort par l'orifice *4*;

——— de o ——— *5*;

——— de p ——— *8*;

2.° Par le puits *14*, au lac m, et à un autre;

L'eau salée de m sort par l'orifice *4*;

3.° Par le puits *13*, au lac n, et à un autre;

L'eau salée de n sort par l'orifice *5*.

Leau douce du ruisseau *22* est portée,

Par le puits *16*, aux lacs q, d, l, i, j, et à trois autres;

L'eau salée de q sort par l'orifice *8*;

——— de d ——— *5*;

——— de l ——— *4*;

——— de i et j ——— *1*.

L'eau douce du ruisseau *25* est portée,

Par le puits *17*, aux lacs a, b, c, e, f, g, h, et à six autres;

L'eau salée de a, b, c, sort par l'orifice *3*;

——— de e, f, g, h, ——— *1*.

Après avoir considéré l'ensemble, arrêtons-nous un moment aux principaux détails de l'exploitation.

Détails de l'exploitation.

Dans chacune des galeries principales, *1* jusqu'à *9*, sont établis, 1.° à la partie inférieure, des rigoles propres à recueillir les eaux souterraines qui suintent des parois; 2.° au-dessus de ces rigoles, des planchers disposés pour le roulage intérieur; 3.° sur les planchers, de

Salzburg, Pl. 22.

chaque côté de la galerie, des tuyaux de bois pour la conduite, soit des eaux douces dans l'intérieur, soit des eaux salées au dehors; 4.° enfin, sur les parois de la galerie, quand les roches ne suffisent pas pour en assurer la solidité, sont appliqués des cadres de boisage d'une force et d'une fréquence proportionnées à la pression considérable des masses environnantes : quelquefois on emploie, pour cet objet, des voûtes elliptiques de maçonnerie.

Muraillement.

Depuis quelques années, on préfère le muraillement au boisage, mais seulement dans certaines parties de cette mine; c'est dans les galeries qui, étant situées hors de la masse salifère, sont exposées aux prompts dégâts qu'une humidité d'eau douce fait éprouver aux bois. Dans ces galeries, qui seront indiquées ci-après, il existe 233 toises d'un beau muraillement en berceau elliptique : l'épaisseur de la maçonnerie est communément de deux pieds; les deux axes qui déterminent le vide intérieur de la galerie ont, l'un 4 pieds un pouce, suivant la largeur, et l'autre 9 pieds 5 pouces, mesure de la hauteur totale.

Les galeries ainsi muraillées sont, d'après les chiffres qui indiquent ci-dessus leurs orifices,

La galerie n.° 4,	muraillée sur une longueur de	52 toises.
——— 5,	———	20.
——— 6,	———	57.
——— 7,	———	73.
——— 8,	———	31.
	TOTAL	233.

Boisage.

Dans les espaces souterrains où il ne règne qu'une humidité d'eau salée, on préfère le boisage, qu'elle rend, pour ainsi dire, incorruptible. Mais il se présente ici un autre inconvénient : dans la masse salifère au sein de laquelle de tels espaces sont situés, le peu de consistance des substances minérales dont elle est formée, occasionne une pression considérable des parois vers l'axe des galeries ou puits. A cette pression se joint un renflement spontané et progressif de ces mêmes parois, de sorte que les boisages, souvent brisés, exigent un entretien continuel. Si l'on négligeoit de conserver les passages, par le renouvellement des

Renflement des parois, &c.

bois d'étai, on trouveroit, après un certain laps de temps, des galeries fermées par le rapprochement de leurs parois latérales. *SALZBURG.* Pl. 22.

La crédulité de quelques voyageurs leur a fait voir, dans ce fait bien constaté, une prétendue *végétation* de la masse salifère : il est plus facile de concevoir que l'accès de l'air extérieur, sur des masses molles, imbibées d'une eau qui tient des substances salines en dissolution, doit occasionner une cristallisation, et par conséquent une augmentation de volume : cette cause, jointe à la pression des masses environnantes, peut donner lieu aux phénomènes observés. Mais, au reste, notre objet n'est pas d'entrer dans une discussion à cet égard; contentons-nous de remarquer que le renflement des parois, ou la prétendue *végétation* de la masse salifère, a lieu principalement dans les espaces souterrains où le courant d'air est le plus actif.

Ce phénomène, funeste au boisage, est insensible ou nul dans les espaces où l'air n'a qu'une foible circulation. C'est d'après cette observation constante, que, pour préserver les galeries de la prétendue *végétation*, on a établi, dans chacune d'elles, des portes d'airage, telles que celles dont nous faisons mention ailleurs. (*Voyez* Notions préliminaires, chap. XI.)

Il nous reste à considérer la disposition générale des lacs d'un même étage, et la disposition particulière de chacun d'eux dans l'étage sur lequel il est situé. Disposition des lacs.

Un coup-d'œil sur les *fig. 1* et *2* suffit pour faire reconnaître comment les lacs sont établis, deux à deux, relativement à la galerie principale qui constitue l'étage correspondant : par exemple, dans l'étage *2*, on voit le lac h situé sur l'un des côtés de la galerie principale, et le lac g situé sur le côté opposé; on voit de même le lac f en face de e, le lac i en face de j, le lac l en face de k; de sorte que l'axe d'un lac, ou la ligne qui mesure sa longueur, fait en général un angle aigu avec la direction de la galerie principale. Cette disposition, qui a l'avantage d'abréger le trajet des eaux douces, n'est pas sans inconvénient; car une *paire de lacs*, telle que g, h, tend à rejoindre, en s'agrandissant, une paire de lacs telle que f, e. De plus, chacun des lacs qui forment la paire, tend à se Exemples.

Salzburg, Pl 22.

rapprocher de l'autre, à mesure que les deux s'élargissent : de tels accidens ne sont pas sans exemple.

Des mineurs expérimentés de Hallein pensent qu'au risque d'alonger les percemens pour le trajet des eaux douces, il conviendroit de disposer une paire de lacs, par rapport à une galerie principale, de manière que l'axe des deux lacs fît un angle droit avec la direction de la galerie.

Quant à l'emplacement des lacs d'un étage, par rapport à ceux qui se trouvent dans les étages inférieurs ou supérieurs, on prend toutes les précautions qu'exige la solidité et que la connoissance des localités peut seule indiquer ; on évite, par exemple, d'établir un lac au dessus d'un autre, à moins qu'il n'y ait entre les deux une masse de terrain d'une épaisseur et d'une consistance rassurantes. On regarde comme une règle générale, qu'entre un lac et les autres excavations qui se trouvent sur le même étage que lui, il devroit toujours y avoir au moins 15 toises de distance. Quand deux lacs sont situés l'un au-dessus de l'autre, la distance verticale doit être de 5 à 6 toises entre les deux. Ici les précautions sont encore plus nécessaires que dans toute autre mine : comme une exploitation aussi ancienne n'a pas toujours été conduite avec tout l'art qui en dirige aujourd'hui les vastes travaux, il s'y trouve quelques endroits dangereux, à l'égard desquels la prudence la plus éclairée est à peine capable de tranquilliser. Passons à la disposition d'un lac considéré seul ; ils sont tous construits comme nous allons le voir.

Emplacement d'un lac.

On détermine l'emplacement d'un lac au moyen d'un certain nombre de galeries d'essai (dites *probierofen*), parmi lesquelles on choisit, pour la transformer en un lac salé, celle qui, par sa richesse en sel, offre le plus d'espérance, et qui d'ailleurs, par sa situation relativement aux autres excavations, promet le plus de facilité pour l'exploitation, sans inconvéniens pour l'ensemble des travaux. Une telle galerie d'essai n'est autre chose qu'un rameau partant d'une galerie principale. (*Voyez* r, *fig.* 2, et voyez *fig.* 5.)

Fig. 5.

En considérant cette dernière figure, il importe de remarquer qu'elle représente un lac déjà ancien, c'est-à-dire, déjà épuisé et renouvelé plusieurs fois ; mais pour qu'elle nous serve à expliquer ce qui concerne le premier établissement d'un lac, il suffira de se rappeler que ce qui

va être dit se passe alors au niveau indiqué par la ligne *a, b, p,* dans la coupe verticale *fig. 5*. Tel est le premier emplacement du lac dont le fond *g h* et le faîte *d f* s'élèvent successivement, ainsi que nous le verrons. *Salzburg*, Pl. 22.

Dans le rameau qui part de la galerie principale, on pousse quelques tailles transversales à droite et à gauche; en même temps on pratique deux excavations *k, l (fig. 5)*, dont la hauteur, dès cette époque, excède de 7 pieds celle du rameau et de la galerie principale; d'un autre côté, un conduit d'eau douce est établi jusqu'au niveau du sol de ce rameau. (Voyez *o, fig. 5*.) Un tuyau d'écoulement pour l'eau salée *g h* est fixé sur le sol; il supporte des caisses de décharge *i, i,* placées verticalement, et propres à recevoir l'eau salée, qu'elles doivent transmettre au tuyau *g h*, sans que les immondices puissent y entrer. Un corroi *q* d'argile soigneusement préparée et battue, forme l'extrémité du lac, du côté de la galerie principale d'écoulement. Le tuyau *g h* traverse ce corroi, passe dans le détroit *k* (dit *langofen*), où il est recouvert d'argile jusqu'à la hauteur nécessaire pour que l'eau soit contenue dans le lac salé; puis enfin il traverse une digue *l*, formée de madriers entre lesquels il se trouve un corroi d'argile imperméable. Construction d'un lac.

C'est ainsi que le tuyau de décharge *g h* aboutit à l'espace *m*, sorte de puits par lequel l'eau salée doit se rendre dans les tuyaux de la galerie principale, et de là au jour, dès qu'on ouvrira les robinets dont le tuyau *g h* est garni au-delà de la ligne *l*. Cet aperçu pourra suffire pour indiquer comment l'introduction, sagement ménagée, de l'eau douce, agrandit l'excavation et transforme bientôt un petit rameau de galerie en un lac salé; comment ce lac est fortifié du côté par lequel l'eau salée doit s'écouler; et enfin, comment on en retire l'eau salée, quand elle est parvenue au point de saturation.

Dans le commencement, lorsqu'il ne s'agit que de former le lac, en élargissant et alongeant le rameau de galerie, qui est pour ainsi dire son berceau, on n'y fait parvenir l'eau douce que jusqu'à une hauteur d'environ 2 pieds : dès qu'elle est saturée, on soutire l'eau salée, et on renouvelle l'eau douce, en l'introduisant jusqu'à un niveau un peu plus élevé, et en exhaussant convenablement la digue dans l'espace *q k l*; mais quand une fois le rameau (*probierofen*) peut contenir assez d'eau Direction des eaux.

Salzburg, Pl. 22.

salée pour fournir environ trois mille quintaux de sel, il prend le nom de lac *[sinkwerk]*; et depuis ce moment, lorsqu'on y remet l'eau douce, on la fait parvenir jusqu'au faîte. C'est principalement dans cette partie que l'eau douce opère alors la dissolution du sel, parce que les parois du lac sont bientôt couvertes par les terres insolubles qui se sont précipitées sur leur surface, pendant les premières dissolutions. Pour attaquer le faîte d'un lac, et par conséquent pour l'élever, il faut y introduire l'eau avec promptitude, de sorte qu'elle n'ait pas le temps d'opérer la dissolution sur les parois : au contraire, pour attaquer les parois, c'est-à-dire, pour élargir le lac, il faut y introduire l'eau très-lentement, de sorte qu'elle ne puisse pas atteindre le faîte.

Ce qu'il importe le plus d'observer quand on introduit l'eau douce dans un lac, c'est l'état de son faîte ou ciel : tantôt il présente une surface plane; c'est lorsque sa richesse en sel est uniforme : tantôt il est hérissé de saillies cellulaires qui sont des masses de sel non dissoutes; c'est lorsque la richesse du faîte est inégale. Dans le premier cas, l'eau douce doit être introduite jusqu'au faîte, comme nous l'avons déjà dit; mais dans le second, elle ne doit parvenir que jusqu'à l'extrémité inférieure d'une telle saillie pendante. Dans tous les cas, le surveillant des lacs, au moyen d'un flotteur en bois et d'un regard convenablement disposés, a soin de constater, plusieurs fois par jour, la hauteur à laquelle l'eau parvient dans chacun des lacs. Le même surveillant essaie le degré de saturation de l'eau salée, et il règle en conséquence l'introduction de l'eau douce.

Saturation des eaux.

L'eau est regardée comme saturée, lorsque, sur 100 livres, elle contient 25 à 26 livres de sel. L'introduction de l'eau douce étant alors arrêtée, on laisse à l'eau salée le temps de se débarrasser des impuretés qui se précipitent; après quoi on la soutire. Le temps nécessaire pour la saturation de l'eau dans un des lacs salés, varie de quinze à trente jours; c'est pour cela que nous avons indiqué ci-dessus trois semaines, comme un terme moyen.

Évacuation d'un lac.

Quand l'eau salée est retirée d'un lac, on le laisse en repos, jusqu'à ce que le précipité terreux qui s'y est formé soit parvenu au degré convenable de dessiccation; ensuite on procède au nettoyage du fond; pour

cela on déblaie, s'il y a lieu, une partie du précipité terreux, à partir de la digue *(l m, fig. 5)* jusque vers le conduit d'eau douce *(o)*. Le déblai reconnu inutile est jeté, par un puits voisin, dans une galerie inférieure, comme, par exemple, pour les lacs e, f, h, par le puits *r* *(fig. 1)* sur la galerie *1*. De là, le déblai est transporté au jour par le roulage, mais après qu'on en a séparé l'argile propre à la réparation des digues. Parvenu au jour, le déblai terreux est entraîné dans les ruisseaux voisins, tant par les eaux douces qui sortent de la mine, que par celles de la surface. *SALZBURG, Pl. 22.*

Les lacs de la moindre contenance sont remis en état de service, chacun deux ou trois fois par année, et les plus considérables une fois seulement en trois ou quatre ans. Activité des lacs.

On préfère ceux qui n'ont qu'une capacité moyenne, comme étant plus faciles à diriger. En général, parmi les trente-trois lacs salés qui existent dans la mine, ainsi qu'on l'a déjà vu, il n'y en a jamais en activité qu'un certain nombre, dont la détermination dépend d'une comparaison faite entre le produit présumable de chacun des lacs et les besoins de la saline qu'ils alimentent.

On sent que le produit d'un lac est aussi variable que sa capacité et la richesse de la masse dans laquelle il est établi; les plus productifs sont ceux des étages désignés, sur les *fig. 1* et *2*, par les chiffres *2, 3, 4*. C'est d'après l'expérience acquise à ce sujet qu'on est en état de régler l'emploi de chacun d'eux : on sait, par exemple, que chacun des lacs b, d, h, quand il est plein, contient 202311 pieds cubes d'eau saturée, et que cette quantité suffit pour alimenter, pendant neuf semaines, une chaudière donnant par semaine 4000 quintaux de sel. Chacun de ces lacs est ce qu'on appelle dans le pays un lac de neuf chaudières d'eau saturée, dites *berg-pfannen-sulze*. Produit d'un lac.

Plusieurs des lacs de l'étage *3* *(fig. 1* et *2)* peuvent fournir jusqu'à vingt-six ou vingt-huit chaudières, comptées de la même manière. Dans l'étage *4*, il existe un lac dit *Staeber*, qui a fourni de même jusqu'à cinquante chaudières : mais d'un autre côté, le produit ne s'élève, pour les lacs a jusqu'à r, qu'à des quantités moindres ; par exemple, a fournit dix chaudières ; f et k chacun trois ; m n'en fournit qu'une seule.

Salzburg, Pl. 22.

C'est en combinant ces données et toutes celles qui s'y rapportent, qu'une administration prévoyante coordonne l'activité de la mine de Dürrenberg avec celle de la saline de Hallein, pour produire annuellement environ 350000 quintaux de sel.

Réservoirs extérieurs.

Les eaux salées qui sortent des galeries *1* à *9* (*fig. 1, 2* et *3*) dans des tuyaux de bois, vont se réunir, entre Dürrenberg et Hallein, dans 14 vastes réservoirs construits en bois, à différens niveaux. Il résulte de ces dispositions, que les eaux ne parviennent dans les chaudières de la saline qu'après s'être complétement débarrassées des matières terreuses; et en second lieu, que le service des chaudières est assuré d'avance pour un long espace de temps.

Sel massif.

En quelques parties de la mine, et notamment dans le percement des galeries pratiquées au sein de la masse métallifère, on obtient une certaine quantité de sel gemme massif, mais le plus souvent accompagné de roche : alors ce sel est livré à la dissolution, soit dans les lacs intérieurs, soit dans les réservoirs extérieurs.

En général, l'entaillement de la roche salifère, lorsqu'il a lieu, n'exige dans cette mine que le travail au pic; le tirage à la poudre n'est employé que dans les parties où se présente la roche calcaire qui est indiquée sur les figures de la pl. 22. Ces travaux n'offrant ici rien de particulier, il seroit superflu de nous y arrêter.

(*Voyez*, pour de plus amples détails, les Annales des mines publiées en allemand par M. le baron de Moll, sous le titre de *Jahrbücher, &c.*, Salzburg, 1797, tom. I.er, pag. 199 à 290).

Exploitation du Sel gemme par la méthode d'entaillement.

Mine de Wieliczka *en Galicie.*

Wieliczka, Pl. 22.

La méthode de dissolution que nous venons de considérer, ne le cède à aucun autre mode d'exploitation du sel gemme, sous le rapport de la hardiesse et de l'industrie; mais cette méthode ne convient que dans certaines localités, et lorsque, comme au pays de Salzburg, le sel est habituellement accompagné de parties terreuses très-abondantes. Lorsqu'au contraire la substance exploitable constitue des masses où elle se

trouve seule et presque pure, on l'exploite par des ouvrages souterrains qui sont analogues à ceux des autres mines précédemment décrites; alors, ces ouvrages ne sont pas, en général, difficiles à excaver, vu le peu de résistance qu'opposent à l'entaillement, et le sel, et les roches qui l'accompagnent. C'est ainsi, par exemple, que s'opère, à l'instar d'une carrière vaste et profonde, l'exploitation du sel gemme dans les mines de *Wieliczka* et de *Bochnia* en Galicie, non loin de Cracovie. *Wieliczka*, Pl. 22.

Ces exploitations ont souvent été citées comme des merveilles souterraines. Pour qu'on puisse les comparer avec les exemples que réunit notre atlas, nous rappellerons succinctement les faits principaux que présente l'ensemble des mines de *Wieliczka*, d'après les descriptions les plus récentes.

A Wieliczka, on exploite, depuis le XIII.e siècle, trois masses ou couches très-puissantes de sel gemme; elles sont disposées l'une au-dessus de l'autre, dans un terrain secondaire où abondent l'argile, le gypse, la marne bitumineuse, et les débris d'êtres organisés. La direction de ces masses, qui sont sujettes à des variations plus ou moins fréquentes, s'étend du nord au sud; elles s'inclinent vers l'ouest en augmentant de puissance. Gisement.

Dans le premier sens, l'étendue horizontale de l'exploitation est d'environ 800 toises; dans le second, de 1400 : la profondeur totale des travaux n'excède pas 150 toises. Cette profondeur est divisée en trois étages principaux : le premier est établi à 40 toises environ au-dessous de la surface du terrain; le second, à 33 toises plus bas; le troisième à 50 toises au-dessous du second : un quatrième étage a été entrepris récemment, à 27 toises environ sous le troisième. Travaux souterrains.

Dans chacun de ces étages, de vastes excavations, qui forment des chambres ou voûtes d'une grande hauteur, ont été pratiquées dans le sel, au moyen du travail au pic, et quelquefois à l'aide du tirage à la poudre. Étages et puits.

13 puits, dont 10 seulement sont praticables, ont pour objet d'établir, en divers points, la communication d'un étage avec l'autre. Quelques-uns de ces puits traversent deux étages contigus; mais aucun ne va directement de la surface du terrain jusqu'au fond des travaux : il en est 6 qui aboutissent au jour.

WIELICZKA. Pl. 22.

Épuisement des eaux.

L'un des puits (nommé *Wodnagora*) suffit pour l'épuisement des eaux souterraines, qui sont peu abondantes; elles se présentent sur-tout dans les travaux supérieurs : on les élève au jour dans des sacs de cuir, par le moyen d'un manége à chevaux. Il n'existe point de galerie d'écoulement; aussi trouve-t-on dans la mine plusieurs lacs d'eau salée, dont quelques-uns sont assez spacieux pour qu'on puisse les visiter en bateau.

Escaliers.

Auprès d'un autre puits (nommé *Leszko*), il existe un bel escalier en vis, taillé dans le roc et revêtu de muraillement : par ce moyen, on peut descendre jusqu'au premier étage; de là, plusieurs rampes ou voies inclinées conduisent jusqu'au fond des travaux.

Un troisième puits (nommé *Danielowicz*) est consacré aux visites des officiers des mines, qui s'y font descendre suspendus à l'extrémité d'un cable.

Machines d'extraction.

Tous les autres puits sont destinés à l'extraction du sel gemme; elle s'opère péniblement, d'étage en étage, au moyen de machines multipliées, qui n'offrent rien de remarquable, que les inconvéniens résultant de leur nombre.

Galeries et chambres.

Communément, les galeries pratiquées dans la masse, au niveau de chaque étage, ont 10 pieds de large, et autant de hauteur; tantôt elles sont dans le roc nu, tantôt on les soutient par le boisage ou le remblaiement. C'est à partir de ces galeries, dirigées dans tous les sens, que l'on pratique de vastes chambres d'exploitation, dans les parties où le sel gemme se présente le plus abondamment. On cite, par exemple, dans le premier étage, une chambre nommée *Kamara Klosky*, comme ayant 30 toises de large et 57 de hauteur. Ce même étage offre plus de 230 chambres de différentes dimensions.

Excavations téméraires.

Tout le monde a entendu parler de plusieurs chapelles taillées dans le sel gemme, au milieu de ces mines : mais quelque admirables que de telles curiosités puissent paroître à la plupart des voyageurs, elles sont peu instructives pour le mineur; elles peuvent, tout au plus, lui rappeler combien il doit se tenir en garde contre un mode d'exploitation trop hardi : en effet, ces tours de force tant vantés ont déjà occasionné, à Wieliczka, de funestes effondremens. Depuis plusieurs années, il faut étayer, à force de dépense, une grande partie de ces excavations téméraires.

Pour attaquer une masse exploitable de sel, préalablement dégagée sur sa face antérieure, les ouvriers, armés de pics, commencent par la diviser en piliers, au moyen de plusieurs entailles verticales. Chaque pilier a environ 3 pieds de largeur, et chaque entaille verticale a 20 pouces de profondeur, avec une largeur à-peu-près égale à celle d'un pilier; quelquefois une entaille horizontale est, en outre, pratiquée sur le sol. Ordinairement le pilier, qui est d'une hauteur plus ou moins considérable, se trouve libre à sa face supérieure; comme il l'est à sa face antérieure; plusieurs ateliers semblables sont disposés en gradins, l'un au-dessus de l'autre. Tout étant ainsi préparé, il ne s'agit plus, pour abattre chaque pilier de sel, que de chasser des coins de fer entre sa face postérieure et la masse à laquelle il adhère encore par cette face : pour cela, l'ouvrier se place dans les entailles verticales. Quand le pilier est abattu, on le divise en blocs ovoïdes, nommés *balwanen*, dont chacun pèse 5 à 6 quintaux : ces blocs volumineux sont élevés au jour séparément. D'autres morceaux informes (dits *formal-stücke*) sont du poids d'un quintal chacun : enfin, les fragmens, dits *minutien*, sont emballés dans des tonneaux dont le poids s'élève de 5 à 6 quintaux, quand ils sont pleins.

Wieliczka, Pl. 22.

Mode d'entaillement.

Le roulage du sel ainsi obtenu s'exécute sur des chariots traînés par des chevaux, depuis les ateliers jusqu'au fond des puits d'extraction; de là, cette marchandise est élevée au jour dans des sacs ou réseaux de corde, par des machines à molettes, analogues à celles que nous décrivons ailleurs.

Roulage.

Le nombre des ouvriers employés dans cette exploitation s'élève à 600 hommes; on y obtient annuellement 1500000 quintaux de sel gemme.

Produit brut annuel.

La mine de Bochnia ne diffère pas assez de la précédente, pour que nous nous y arrêtions davantage; elle procure annuellement 300000 quintaux de sel gemme.

Dans ces deux exploitations, on distingue principalement :

Variétés de sel.

1.° Le sel verdâtre, nommé *mackowka* (sel impur et grenu), qui paroît abonder dans les travaux supérieurs;

2.° Le sel dit *zielona* ou *szybickowka*, qui est une agglomération de

Wieliczka, Pl. 22.

petits cristaux et de roche, et qui paroît être le plus commun dans la profondeur;

3.° Enfin, le sel en roche (sel gemme), qui se trouve sur-tout au milieu des autres sortes, et quelquefois dans une argile salifère, accompagnée de gypse.

Voyez et comparez les ouvrages dont suivent les titres:

1.° Représentation des merveilleuses mines de sel de Wieliczka, &c., gravée à Paris par le Rouge, avant 1789.

2.° *Salisfodinæ Cracovienses, &c., restauratæ*, grande gravure assez rare, qui fut exécutée en 1760.

3.° *Von den Steinsalz gruben zu Wieliczka und Bochnia, &c.*, mémoire qui se trouve dans le *Journal des mines* allemand, de M. Lempe, intitulé *Magazin für die Bergbaukunde*, 8.e partie, pages 44 à 71 (Dresden, 1791).

4.° Observations faites, en Galicie, par M. le professeur Schultes, mémoire publié dans le *Journal des mines* de France, n.° 134, pages 81 à 126 (Paris, 1808).

CHAPITRE IX.

EXPLOITATION DU SCHISTE CUIVREUX.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 23.

Mines de Cuivre du pays de Mansfeld, de la Hesse et du pays de Hanau.

UNE couche mince d'un schiste dont le quintal ne contient ordinairement qu'une livre $\frac{1}{4}$ de cuivre, quelquefois argentifère, est depuis plusieurs siècles l'objet d'une exploitation de la plus haute importance dans le pays de Mansfeld. (*Voy.* tom. I.er de la *Richesse minérale*, p. 22.) *MANSFELD, &c.* Pl. 23. Coup-d'œil général.

Telle est l'influence d'une sage administration sur la prospérité des mines.

Les dérangemens fréquens qu'éprouve ce gîte de minerais, conduisirent, de bonne heure, d'habiles directeurs des travaux souterrains à étudier l'ordre de superposition des roches qui l'accompagnent. De leurs observations il résulta une réunion de faits dont l'enchaînement guida le mineur, non-seulement dans le pays de Mansfeld, mais encore dans une grande partie de l'Allemagne, et dans plusieurs autres contrées où ce même ensemble de roches, qu'on peut appeler l'enveloppe immédiate du schiste cuivreux, se présenta dans un même ordre de superposition. Dès-lors, ce ne fut plus seulement pour le métal que fournit un tel gîte de minerais, qu'il fut intéressant d'en observer toutes les circonstances; la géognosie s'empara de ce gisement instructif, comme d'un phare d'où elle pouvoit faire luire son flambeau, d'un côté sur les roches stratiformes les plus anciennes qui supportent la couche de schiste cuivreux, de l'autre sur les roches les plus récentes qui la recouvrent, et par conséquent éclairer toute l'époque géognostique dans laquelle se présentent des débris de corps organisés, époque si importante à connoître, sous le double rapport de l'histoire naturelle et de l'exploitation Roches secondaires.

Mansfeld, &c. Pl. 23.

des mines. Cest ainsi que MM. Lehmann, Gerhard, Werner, Voigt, Lasius, Heim, de Humboldt, de Buch, Karsten, Reuss, et d'autres savans, se sont occupés, principalement en Allemagne, de ranger systématiquement les roches qui accompagnent le schiste cuivreux, en considérant leur ordre de superposition d'une manière générale, depuis la surface du terrain jusque dans la profondeur où la série des roches secondaires ou stratiformes s'appuie sur des roches de formation antérieure.

Un digne élève de l'illustre Werner, M. Freiesleben, a publié, à Freyberg, le résultat de ses propres observations, concernant le schiste cuivreux, en rappelant les diverses classifications adoptées par les auteurs qui l'ont précédé. Il résulte de leur comparaison que, sur plusieurs des points les plus importans pour la recherche des mines, tous les observateurs sont d'accord, quoique, sur l'âge relatif de quelques roches, il reste encore des doutes; ils proviennent principalement de ce que, la série des roches secondaires ou stratiformes ne se présentant pas complète en un seul et même lieu, l'observateur se voit souvent forcé de conclure d'un lieu à un autre lieu fort éloigné, pour établir une classification générale. (Voyez *Geognostischer beytrag, &c.*, 4 vol., 1807 à 1816.)

Avant de considérer les faits dont la pl. 23 offre la réunion, il est à propos que nous rappelions comparativement l'ordre de superposition indiqué par M. Werner, celui que M. Karsten a développé dans ses Tableaux minéralogiques, et celui que M. Freiesleben est porté à adopter.

Classification de M. Werner.

Suivant M. Werner, la série de roches qui se rapporte au gisement du schiste cuivreux, peut être classée en *formations* distinctes, ainsi qu'il suit, à compter des roches plus récentes qui lui sont superposées,

1.° Calcaire récent *[neuerer kalkstein]*, avec lequel est rangé le calcaire caverneux *[hæhlenkalkgebirge]* du Jura, de la Souabe et de la Franconie;

2.° Argile rouge, avec gypse;

3.° Grès récent bigarré (dit *bunter sandstein*), avec oolithes;

4.° Terrain du sel gemme et argile;

5.° Gypse ancien et calcaire fétide;

6.° Calcaire ancien qui comprend :

Le calcaire celluleux (dit *rauchwacke*),

La marne friable *[asche]*,

Le calcaire à gryphites *[gryphitenkalk]*,

Le calcaire marneux compacte (dit *zechstein*),

Le calcaire marno-bitumineux, nommé par les uns *bituminæser mergelschiefer*, par les autres *kupferschiefer*, schiste cuivreux;

7.° Mur de grès ancien (dit *rothe todte liegende*).

Cette esquisse de classification étoit susceptible de développemens ultérieurs, que M. Werner n'a pas publiés.

Classification de M. Karsten.

M. Karsten, embrassant dans sa classification toute l'époque des roches stratiformes ou secondaires *[flœtzgebirge]*, y distingue les formations ou ensembles de roches que nous allons passer en revue, à partir des dépôts les plus récens : il établit, dans chaque ensemble, des subdivisions dont nous remarquerons les principales :

1.er ensemble. Grès de troisième formation (dit *dritter sandstein* ou *quader sandstein*), comprenant les poudings;

2.e ——— Craie *[kreide]*, comprenant la pierre à fusil *[feuerstein]*;

3.e ——— Calcaire coquillier *[muschelkalkstein]*;

4.e ——— Gypse récent *[jüngerer gyps]*, comprenant l'argile *[thon]*;

5.e ——— Grès de moyenne formation (dit *mittlerersandstein* ou *buntersandstein)*, comprenant l'oolithe *[roogenstein]*;

6.e ——— Calcaire du Jura (dit *Jurakalkstein*), comprenant le calcaire dit *rauchwacke*, et présentant aussi l'oolithe, comme la précédente formation;

7.e ——— Gypse ancien *[aelterer gyps]*, comprenant le calcaire fétide *[stinkstein]*;

8.e ——— Sel gemme *[steinsalz]*, comprenant le gypse, la muriacite, l'argile salifère (dite *salzthon*);

9.e ——— Calcaire des Alpes (dit *Alpenkalkstein*), comprenant :

La marne friable (dite *asche*),

La marne durcie *[verhœrteter mergel]*,

La calamine ou le zinc oxidé *[galmey]*,

Un calcaire à grain fin *[feinkoerniger kalkstein]*,

MANSFELD, &c.
Pl. 23.

Le fer oxidé brun *[braun eisenstein]*,

Deux espèces de houille, désignées par les noms de houille schisteuse *[schieferkohle]* et de houille piciforme *[pechkohle]*,

Le calcaire marneux compacte (dit *zechstein*),

Le schiste marno-bitumineux ou schiste cuivreux (dit *bituminoeser mergelschiefer* ou *kupferschiefer*);

10.e ensemble. Grès de formation plus ancienne (dit *aelterer sandstein*), comprenant :

Le mur de grès blanc-grisâtre (dit *weisse liegende*),

Le mur de grès rouge (dit *rothe liegende*),

Le minerai de fer argileux *[thonartiger eisenstein]*,

Le porphyre secondaire *[flætz porphyr]*,

L'argile schisteuse *[schieferthon]*, et l'argile à poterie *[toepferthon]*,

Le schiste combustible *[brandschiefer]*,

L'anthracite *[kohlenblende]*,

La houille, dont les dépôts donnent lieu aux exploitations les plus considérables de ce combustible, et qu'on désigne, suivant ses différens aspects, par les noms de

Kennelkohle, houille compacte,

Pechkohle, houille piciforme,

Schieferkohle, houille schisteuse,

Blætterkohle, houille lamelleuse,

Grobkohle, houille grossière,

La brèche siliceuse (dite *kiesel conglomerat*),

La brèche composée de détritus primitifs (dite *urfels conglomerat*);

11.e ensemble. Schiste argileux et schiste alumineux *[thonschiefer* et *alaunschiefer]*, qui confinent avec les roches de l'époque antérieure à la formation des roches stratiformes, c'est-à-dire, avec le terrain de transition.

Si la classification de M. Karsten devoit seule diriger l'étude particulière qu'exige, dans la pratique de l'art des mines, une connoissance précise des roches qui se rapportent au gisement du schiste cuivreux, peut-être paroîtroit-elle trop générale : en effet, conformément au but que s'est proposé le savant auteur des Tableaux minéralogiques, sa classi-

fication ne se borne pas à l'histoire des gîtes de minerais qui nous occupent en ce moment; mais plutôt elle essaie d'indiquer quel est l'enchaînement vraisemblable des roches propres à ce gisement, avec d'autres ensembles de roches qui ne se montrent pas dans les mêmes lieux. M. Freiesleben s'est proposé exclusivement d'étudier le gisement du schiste cuivreux, dont il a dirigé l'exploitation avec succès, pendant plusieurs années, dans la partie saxonne du pays de Mansfeld.

Mansfeld, &c. Pl. 23.

Ses observations l'ont porté à distinguer, dans ce gisement, les ensembles que nous allons indiquer, depuis les roches les plus récentes jusqu'aux plus anciennes :

Classification de M. Freiesleben.

1.er ensemble. Calcaire coquillier *[muschelkalkstein]*;

2.e ——— Terrain de sable et d'argile *[sand und thon gebirge]*, comprenant, sans ordre déterminé de superposition :

L'argile (dite *letten*),
La marne *[mergel]*,
Le gypse *[thongyps]*,
Le sable *[sanastein]*,
Le minerai de fer argileux *[thonartiger eisenstein]*,
La houille de cette époque *[steinkohle]*,
Le calcaire *[kalkstein]*,
L'oolithe *[roogenstein]*,
Le schiste sablonneux *[sandschiefer]*;

3.e ——— Calcaire ancien (dit *aelterer kalkstein*), comprenant :

(a), Le gypse et le calcaire fétide *[gyps, stinkstein]*,
(b), Le calcaire fétide *[stinkstein]*, avec
Le minerai de fer calcaire (dit *kalkeisenstein*),
La marne friable *[asche]*,
Le calcaire désigné par les divers noms de *hæhlenkalkstein*, *rauhkalk*, *rauchwacke*;
(c), Le calcaire marneux compacte (dit *zechstein*),
(d), Le schiste marneux *[mergelschiefer]*,
Le toit du schiste cuivreux *[dach]*,
La couche de schiste cuivreux *[kupferschiefer flætz]*,
Le mur immédiat de grès blanc-grisâtre (dit *weisse liegende*);

Mansfeld, &c. Pl. 23.

4.e ensemble. Grès ancien *[aelteres sandsteingebirge]*, comprenant :

Le mur inférieur de grès rouge *[rothe liegende]*, dit *mur* par rapport au schiste cuivreux,

Le terrain houiller *[steinkohlen gebirge]*.

Gisement du schiste cuivreux.

Il règne assez de conformité entre cette classification des roches stratiformes, et celles que nous avons rappelées précédemment, pour qu'on puisse regarder, sinon comme complète, du moins comme fort avancée, la solution de la partie du problème qui intéresse le plus le mineur praticien, c'est-à-dire, celle qui concerne la recherche et l'exploitation du schiste cuivreux et de la houille.

C'est pour tout observateur une source précieuse d'instruction, que l'enchaînement qu'établit M. Freiesleben entre les quatre ensembles de roches indiqués ci-dessus, en coordonnant, pour ainsi dire, leur histoire avec celle de la destruction des êtres organisés dont ils renferment les débris. Voici le résumé succinct de cette intéressante classification :

L'ensemble de roches le plus ancien (*voyez* 4.e), présente presque exclusivement le grès avec le fer, peu de chaux, et des dépôts de débris du règne végétal.

L'ensemble 3.e présente la chaux formant les combinaisons les plus variées avec le bitume, la silice, l'argile, et même avec quelques métaux; du reste, ne contenant guère que dans la couche inférieure (d), des débris du règne animal, rarement des débris du règne végétal, et offrant presque exclusivement des dépôts qui portent les caractères d'une précipitation chimique.

L'ensemble 2.e offre l'argile, le sable et la chaux, presque sans débris du règne animal. Ces substances, combinées ensemble de la manière la plus variée, et sans ordre déterminé de superposition, constituent des dépôts alternatifs qui portent les caractères, tantôt d'une précipitation chimique, tantôt d'une précipitation mécanique;

L'ensemble le plus récent, le 1.er, offre presque exclusivement la chaux pleine de débris du règne animal.

Résultats d'observations.

Si l'on veut considérer en grand les rapports de superposition qui existent entre les ensembles de roche relatifs au gisement du schiste

cuivreux, M. Freiesleben est porté à admettre, en général, les résultats d'observations suivans : *Mansfeld, &c.* Pl. 23.

1.° L'ensemble 4.e (grès ancien dit *rothe liegende*), constitue des suites de montagnes *[gebirgszüge]*, plus ou moins étendues, cependant jamais très-considérables, et le plus souvent isolées. Le même ensemble constitue aussi des hauteurs distinctes qui s'étendent plus ou moins loin, sur lesquelles ou autour desquelles se sont déposés, comme un manteau, et en couches parallèles, les lits inférieurs de l'ensemble 3.e, c'est-à-dire, le schiste cuivreux et le calcaire *[zechstein]* qui le recouvre ;

2.° Les autres roches, à compter des couches supérieures de l'ensemble 3.e, offrent un gisement qui s'écarte de plus en plus du parallélisme des couches inférieures. Vers leur affleurement, et par conséquent dans le voisinage des couches qui les supportent, ces roches présentent ordinairement leur moindre puissance : l'épaisseur des lits qu'elles constituent augmente dans la profondeur ; elles s'étendent, en général, sur de vastes plaines, environnées de hauteurs qui les bornent circulairement. Dans ces plaines, la stratification des roches se montre d'autant plus indéterminée, d'autant plus alternative, et d'autant moins dépendante de la situation des couches inférieures, que l'observateur s'approche davantage des termes les plus récens de la série.

C'est dans l'ouvrage même de M. Freiesleben que l'on cherchera le développement de ces observations. Quant aux dépôts les plus récens, qui recouvrent les ensembles de roches indiqués ci-dessus, la solution du problème qu'ils présentent se trouve dans une belle carte géognostique des environs de Paris, sur laquelle MM. Cuvier et Brongniart ont réuni le fruit de leurs savantes recherches : qu'il nous suffise d'avoir rappelé les classifications adoptées à l'égard des roches qui se rapportent au gisement du schiste cuivreux.

Le but que nous nous proposons ici est : Objet de la Pl. 23.

1.° De présenter, par le moyen des plans et coupes de plusieurs mines de schiste cuivreux qui sont en activité dans diverses contrées, des exemples authentiques du gisement de cette substance ;

2.° De faire voir, par le même moyen, les dérangemens fréquens

Mansfeld, &c. Pl. 23.

qu'éprouve la couche exploitable, ainsi que celles qui la supportent et qui la recouvrent;

3.° D'indiquer la méthode d'exploitation que suit le mineur, pour obtenir le schiste cuivreux; tel est l'objet des 23 figures qui sont réunies sur la pl. 23. Une grande partie de l'explication se trouve déjà sur cette planche; il nous reste à la compléter.

Exemples de gisement.

On a vu, dans le tom. I.er de la *Richesse minérale*, quelle est la situation relative des districts de mines qui sont désignés par les noms de *Rothenweller*, *Gerbstaedt*, *Preusshoheit* et *Naundorf*. (*Voyez* le *pays de Mansfeld* sur la carte, pl. 1.) La mine de Riegeldorf en est éloignée d'environ 35 lieues. (*Voyez* la *Hesse*, sur la même carte.) La mine de Bieber, située dans le pays de Hanau, est à 50 lieues de la précédente.

Aux environs de cette étendue considérable de terrain, il existe d'autres mines de schiste cuivreux : mais nous nous bornerons à considérer ces trois centres d'exploitation.

Remarque sur les *Fig. 1 à 10.*

Dans les coupes verticales de terrain qui se rapportent au plan *fig. 1*, c'est-à-dire, dans les *fig. 2* jusqu'à *10*, nous nous sommes particulièrement attachés à faire voir les roches entre lesquelles se trouve le schiste cuivreux : ces roches sont distinguées par diverses tailles de gravure, jusques et compris la marne friable et grisâtre (dite *asche*), souvent abondante en fragmens de calcaire fétide, au-dessous de laquelle sont situés, dans l'ordre suivant :

Quelquefois le calcaire celluleux, dit *rauchwacke*, et toujours le calcaire marneux compacte, dit *zechstein;*

Le schiste cuivreux, *kupferschiefer;*

Le mur de grès blanc-grisâtre, *weisse liegende;*

Le mur de grès rouge, *rothe liegende.*

Il n'y a que dans les *fig. 6* et *9* que nous ayons rappelé, au-dessus de la marne friable, la situation de l'une des substances qui lui sont ordinairement superposées : ainsi, quant à la diversité des roches qui recouvrent la couche de marne friable, et même quant à la puissance exacte de cette même couche, ce ne sont pas les figures depuis *2* jusqu'à *10* qu'il est à propos de consulter; leur objet n'est pas de présenter ces détails, qui auroient nui à leur clarté. La même remarque s'applique

aux figures depuis *18* jusqu'à *23*, dans lesquelles on reconnoîtra les mêmes roches. *MANSFELD, &c.* Pl. 23.

Ce sont les coupes offertes par les figures depuis *11* jusqu'à *17* inclusivement, qui ont pour objet de donner une idée précise des divers dépôts qui sont superposés au calcaire dit *zechstein*, et par conséquent au schiste cuivreux; elles rappellent, en même temps, les roches qui le supportent. Arrêtons-nous un moment sur ces exemples; ils sont choisis et rapprochés de manière à faire voir ce qu'il y a de variable dans la disposition des terrains dont nous avons déjà remarqué les parties identiques. Remarque sur *Fig. 11* à *17*.

Nous voyons sur la *fig. 11*, à compter de la surface du terrain, dans le district de Gerbstaedt: *Fig. 11.* Pays de Mansfeld.

1, terre végétale *[dammerde]*;

2, argile ferrugineuse *[lehm]*;

3, sable avec de gros cailloux quartzeux *[sand mit quartzigen kieselwaenden]*;

4, argile rouge *[rother letten]*;

5, argile bleuâtre *[blauer letten]*, avec des fragmens disséminés de marne calcaire, dont le nombre diminue dans la partie inférieure de cette couche, en même temps que leur nature se rapproche de celle du gypse;

6, calcaire fétide *[stinkstein]*;

7, calcaire celluleux *[rauchwacke]*;

8, marne friable et grisâtre *[asche]*, ne formant ici qu'un lit très-mince;

9, calcaire marneux compacte *[zechstein]*;

10, schiste cuivreux *[kupferschiefer]*; et au-dessous de cette couche exploitable, le grès, comme dans les figures précédentes.

La *fig. 12* nous montre, dans le district dit *Burgoerner*, ou *Preussholheit*, les dépôts suivans, à compter de la surface du terrain: *Fig. 12.*

1, terre végétale avec des cailloux siliceux;

2, argile ferrugineuse *[lehm]*;

3, sable, avec des fragmens de quartz *[sand mit quartz]*;

4, argile rouge *[rother letten]*, dont l'épaisseur est très-variable, ainsi

Mansfeld, &c. Pl. 23.

que celle des couches inférieures, selon que le schiste cuivreux est situé plus près ou plus loin de la surface du sol. Dans cette argile rouge on rencontre les trois roches n.os *5*, *6* et *7*, savoir :

5, oolithe *[roogenstein]*;

6, grès récent bigarré *[bunter sandstein]*;

7, gypse récent *[jüngerer gyps]*; au-dessous, on voit ce qui suit:

8, argile bleuâtre marneuse *[blauer merglicher letten]*;

9, calcaire fétide *[stinkstein]*;

10, marne friable et grisâtre *[asche]*;

11, gypse ancien *[ælterer gyps]*. Cette roche manque absolument dans les autres districts de mines du pays de Rothenbourg; mais elle abonde dans le Mansfeld saxon, où elle renferme de vastes cavernes connues des mineurs sous le nom de *schlotten*, et analogues à celle qui est indiquée sur la *fig. 12*. Ordinairement, au lieu de ce gypse, on trouve, dans le pays de Rothenbourg, un lit de marne friable *[asche]* qui, dans sa partie supérieure, contient des fragmens de calcaire fétide, et dans sa partie inférieure, des fragmens ou bancs mincès du calcaire dit *rauchwacke*;

12, calcaire (dit *zechstein*). La partie inférieure de cette couche annonce déjà le schiste cuivreux qui est situé au-dessous : elle offre trois bandes minces, diversement modifiées, que le mineur distingue, en allant du haut vers le bas, par les noms de *faüle* [roche stérile ou pourrie], *dachklotz* [toit], *oberberg* [roche du chef];

13, couche de schiste cuivreux *[kupferschiefer]*, aussi nommé schiste marno-bitumineux *[bituminæser mergelschiefer]*, dans laquelle on distingue, du haut vers le bas, les modifications suivantes :

(a), roche indicative (dite *lochberg*), épaisse de 4 pouces ;

(b), écorce *[kammschale]*, épaisse d'un pouce $\frac{1}{4}$;

(c), écorce du chef *[kopfschale]*, épaisse d'un pouce.

Ces trois portions ne méritent pas d'être soumises aux opérations métallurgiques; on ne fond que les produits des portions suivantes:

(d), chef du schiste cuivreux *[schieferkopf]*, portion épaisse de 2 pouces;

(e), portion dite *lochen*, épaisse d'un pouce;

14, le mur de grès, comme dans toutes les autres figures. Il est à propos de remarquer ici qu'aux environs du district auquel se rapporte la *fig. 12*, on voit, en deux points différens, l'affleurement, au jour, d'un porphyre. Cette dernière roche paroît supporter le grès rouge, dont la puissance est très-considérable, et s'appuyer sur le schiste argileux de transition. *MANSFELD, &c.* Pl. 23.

Sur la *fig. 13*, dans le district de *Naundorf*, nous voyons : *Fig. 13, 14 et 15.*

1, terre végétale;

2, argile ferrugineuse,

3, sable;

4, argile rouge qui contient des bancs d'oolithe;

5, argile bleuâtre,

6, calcaire fétide, tantôt compacte, tantôt grossièrement schisteux;

7, marne friable, avec fragmens de calcaire fétide;

8, calcaire celluleux (dit *rauchwacke*);

9, calcaire marneux compacte *[zechstein]*;

10, schiste cuivreux, et au-dessous de lui le mur de grès, comme ci-dessus. Une fente stérile β δ dérange les couches, comme on le voit sur la *fig. 13*.

La *fig. 16*, relative aux mines de Riegelsdorf dans la Hesse, nous présente : *Fig. 16.* Riegelsdorf en Hesse.

1, terre végétale;

2, calcaire stratifié distinctement, le plus souvent d'un gris jaunâtre : on le désigne par le nom de *lagerhafter kalkstein*. Quelquefois cette roche est pleine de fissures, et alors elle se divise en petits fragmens, ce qui la fait nommer par les mineurs, calcaire cubique *[würflicher kalkstein]*;

3, argile, tantôt rouge, tantôt bleue, tantôt mélangée de rouge, de bleu et de jaune;

4, calcaire celluleux (dit *rauhkalk*). Cette roche, ainsi nommée à Riegelsdorf, diffère, tant par sa nature que par sa position, de celle qui porte le même nom dans le pays de Mansfeld;

5, argile, ordinairement rouge, contenant des veines de gypse blanc, qui offre quelquefois de beaux cristaux de chaux sulfatée;

Mansfeld, &c. Pl. 23.

6, gypse massif, le plus souvent d'un gris blanc, lamelleux, et rarement tout-à-fait compacte. Il paroît qu'il se rapporte au gypse récent : on n'y trouve pas de ces cavernes nommées *schlotten*, dont il a été question ci-dessus. (Voyez *fig. 12.*)

7, calcaire fétide, souvent compacte et d'un gris noirâtre, quelquefois celluleux et d'un gris jaunâtre;

8, calcaire pulvérulent, dans lequel se trouvent des fragmens disséminés. Il paroît que cette roche, nommée improprement sable *[sand]* par les ouvriers, se rapporte à la marne friable dite *asche*;

9, calcaire marneux compacte (dit *zechstein*). Dans la partie supérieure de la couche, cette roche est d'une couleur brunâtre, et elle se casse net en petits fragmens : dans la partie inférieure, elle devient d'autant plus noirâtre et schisteuse, qu'elle s'approche davantage du schiste cuivreux, qui paroît en faire partie;

10, schiste cuivreux *[kupferschiefer]*, dans lequel on remarque des modifications analogues à celles que nous avons indiquées ci dessus. (Voyez *fig. 12.*) Le schiste destiné aux opérations métallurgiques est celui qu'offre la partie inférieure de cette couche, sur une épaisseur qui varie de 4 à 6 pouces.

Au-dessous, on trouve le mur de grès comme ci-dessus. Un filon de minerai de cobalt, qui ne se montre riche que dans le grès blanc-grisâtre (dit *weisse liegende*), traverse et dérange toutes les couches.

Fig. 17. Bieber, pays de Hanau.

La *fig. 17*, relative aux mines de Bieber, dans le pays de Hanau, nous fait voir :

1, terre végétale;

2, grès qui paroît se rapporter au *bunter sandstein*;

3, argile rouge durcie (dite *leberstein*);

4, calcaire marneux (dit *mergelartiges kalkflœtz*);

5, minerai de fer argileux;

6, marne schisteuse *[schiefriger kalkmergel)*;

7, schiste cuivreux *[kupferschiefer]*;

8, mur de grès blanc-grisâtre *[weisse liegende]*;

9, schiste micacé *[glimmerschiefer]*, dans lequel se trouve une masse de roche d'une nature différente, qui ressemble au grès.

Un filon de cobalt *a b* traverse toutes les couches, et les dérange, comme l'indique la *fig. 17*. *MANSFELD, &c.* Pl. 23.

Résumé des exemples.

Pour peu qu'on s'arrête à comparer les coupes de terrain qui sont réunies sur la pl. 23, on ne pourra méconnoître l'identité des circonstances générales de gisement, qu'offre le schiste cuivreux, quant à la nature et quant à la superposition des roches qui le renferment immédiatement, en divers endroits éloignés les uns des autres. D'un autre côté, on reconnoîtra que, dans certains districts qui sont contigus, tels que ceux auxquels se rapportent les coupes *fig. 10, 11, 12* et *13*, il règne, au-dessus du calcaire dit *zechstein*, des diversités fréquentes dans la nature et la puissance des couches qui recouvrent cette roche, et par conséquent le schiste cuivreux. Les figures précédentes feront voir aussi l'analogie qui règne entre plusieurs des couches superposées au calcaire dit *zechstein*, dans le pays de Mansfeld, dans la Hesse et dans le pays de Hanau.

Une circonstance qui est commune à ces trois contrées, mérite encore l'attention du mineur; c'est l'existence de ces fentes nommées failles *[rücken]*, véritables filons, quelquefois métallifères, qui coupent et dérangent la couche de schiste cuivreux, ainsi que les couches qui l'avoisinent. On en voit des exemples sur les *fig. 6, 7, 8, 16* et *17*. Dans plusieurs autres coupes, telles que *fig. 9, 10, 13* et *20* jusqu'à *23*, les fissures qui se rapportent au dérangement des couches, sont rendues sensibles seulement par une ligne, comme elles le sont, dans la réalité, par une surface plane : leurs parois n'ayant fait que glisser l'une contre l'autre, sans écartement, il n'en est pas résulté de fentes ou filons susceptibles d'être remplis de substances étrangères à la formation du schiste cuivreux, comme le sont les fentes indiquées sur les *fig. 6, 7, 8, 16* et *17*. C'est dans ces dernières qu'on exploite, à Riegelsdorf et à Bieber, le minerai de cobalt, ainsi que nous l'avons vu dans le premier volume de cet ouvrage. (*Voyez* tom. I.er, pag. 153 et 159.)

Accidens du gite.

Les districts de mines auxquels se rapportent les coupes *fig. 11* et *12*, présentent la couche de schiste cuivreux dans une position qui n'indique pas de dérangement, tandis que toutes les autres coupes attestent des accidens plus ou moins remarquables : observons-en d'abord l'enchaînement dans le district de mines dit *Rothenweller-Revier*.

MANSFELD, &c. Pl. 23.

Image exacte des mines. *Fig. 1 à 10.*

Au moyen du plan *fig. 1* et des coupes *fig. 2* jusqu'à *10* inclusivement, on pourroit se procurer l'image exacte de la situation et des diverses formes qu'affecte la couche de schiste cuivreux; il suffiroit pour cela de placer verticalement les unes derrière les autres, sur les lignes a b, c d jusqu'à r s de la *fig. 1*, les coupes des *fig. 2, 3* jusqu'à *10* inclusivement, en faisant attention aux deux *signes de renvoi* qui montrent, sur la *fig. 1*, la véritable position de a b, à l'extrémité des lignes qui expriment l'affleurement et la galerie du fond.

On pourroit alors, par la ligne noire qui est parallèle et supérieure au mur de grès, ligne qui indique la couche de schiste cuivreux sur chacune de ces coupes, faire passer des fils horizontaux qui traverseroient toutes les coupes. De l'ensemble de ces fils il résulteroit une nappe dont la surface représenteroit exactement, en miniature, la couche de schiste cuivreux avec ses inflexions, ses affaissemens et ses ressauts; en un mot, avec tous ses accidens. Les figures permettent de suivre les traces et les modifications de chacun d'eux, depuis l'une quelconque des coupes jusqu'à l'autre.

Idem, autre district. *Fig. 18 à 23.*

Il en est de même à l'égard des figures relatives à la situation de la couche de schiste cuivreux dans le district dit *Wetterkreutzer-Revier*. (Voyez *fig. 18* jusqu'à *23* inclusivement.) Ici les coupes verticales sont faites parallèlement les unes aux autres. Comme d'ailleurs la distance de chacune d'elles à la première est indiquée sur la planche, on peut se passer du plan, pour obtenir, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus, l'image exacte de la couche de schiste cuivreux.

On ne remarquera peut-être pas sans intérêt, sur les *fig. 18* et suiv., ces vastes poches que les roches dérangées ont remplies en s'écroulant: l'élargissement progressif de ces poches est frappant depuis la *fig. 18* jusqu'à la *fig. 21*. Dans cette dernière, la couche de schiste cuivreux commence à se rétablir de ses dérangemens, pour offrir ensuite, dans la *fig. 23*, un aspect analogue à celui sous lequel nous l'avons déjà considérée, dans le district dit *Rothenweller-Revier*, au moyen des *fig. 1 à 10*.

Remarque sur les *Fig. 18 à 23.*

Afin de ne pas multiplier inutilement les figures, nous avons omis trois des neuf coupes verticales qui furent dessinées officiellement en 1801, concernant le district dit *Wetterkreutzer*, dont l'exploitation est

aujourd'hui suspendue. La première passe à 10 toises vers l'est, entre les *fig. 19* et *20*; la seconde passe à 20 toises entre les *fig. 21* et *22*; la troisième passe à 30 toises entre les *fig. 22* et *23*: chacune d'elles n'offriroit qu'une transition, qu'on peut facilement se représenter, entre la figure qui la précède et celle qui la suit. Ainsi, par exemple, la forme de la poche offerte par la *fig. 20*, s'annonce, de plus en plus, dans la première de ces coupes, supprimées comme superflues pour notre objet; mais il nous paroît important de remarquer, à leur égard, que c'est au moyen des puits et galeries d'exploitation, qui sont rapportés sur ces coupes supprimées dans notre planche, qu'on a acquis une connoissance complète du gisement qui nous occupe. Quoique la *fig. 20* n'indique pas de puits, tels qu'il s'en trouve sur toutes les autres, mais seulement plusieurs galeries situées à différens niveaux, on s'est assuré de l'ordre de superposition des roches que présente cette coupe, lorsqu'on a foncé un puits, dit *Alte-Marz*, qui se trouve sur la coupe supprimée, entre *fig. 19* et *fig. 20*. *Mansfeld, &c.* Pl. 23.

Il existe de même un puits, dit *Glückauf*, qui traverse toutes les couches, et plusieurs galeries, sur la coupe supprimée entre *fig. 21* et *fig. 22*, ainsi que sur la coupe supprimée entre *fig. 22* et *23*: on peut donc regarder comme bien constatés les faits que présente la pl. 23, concernant le gisement du schiste cuivreux.

Passons à l'exploitation de ce gîte, et pour cela revenons à la *fig. 1*. **Travaux souterrains.**

Remarquons d'abord l'affleurement de la couche de schiste cuivreux; en comparant la ligne qui l'indique sur le plan, *fig. 1*, avec les coupes verticales des *fig. 2* jusqu'à *10*, on voit que, dans l'endroit qui nous occupe, la couche de schiste cuivreux s'incline en général vers le nord-est, abstraction faite des sinuosités de sa direction, qui sont rendues sensibles par son affleurement. Une grande faille qui dérange la couche, ainsi que nous l'avons déjà vu, s'étend, suivant une ligne courbe, d'abord du nord-ouest au sud-est, à-peu-près, puis de l'ouest à l'est; là elle se divise en plusieurs ramifications. Une partie de la couche s'est affaissée, tandis que l'autre est restée supérieure à l'affaissement, comme on le voit dans les coupes verticales; c'est ce que rappellent, sur le plan *fig. 1*, des points placés d'un côté de la double ligne qui exprime la faille. On

Mansfeld, &c. Pl. 23.

peut suivre cette faille par le moyen des lettres grecques $\beta\,\gamma$, &c., qui se correspondent sur le plan et sur les coupes; voyez, par exemple, $\delta\,\epsilon$ sur la ligne l m, *fig. 1*, et sur la coupe, *fig. 7*.

Puits principaux.

Les puits d'exploitation qui ont été foncés sur la couche à différentes époques, et dont plusieurs sont abandonnés aujourd'hui, sont tous indiqués sur le plan et sur les coupes correspondantes, et chacun par un même chiffre depuis *1* jusqu'à *20*.

Parmi ces puits, qu'on distingue le plus souvent dans le pays par des numéros, différens de ceux qui les indiquent sur nos figures, quelques-uns portent des noms propres, tels que :

1, puits dit *Frederike;*
6, ——— *Prinz Wilhelm;*
14, ——— *Nachtigall;*
16, ——— *Prinz Heinrich.*

Ces quatre puits, et ceux qu'indiquent sur le plan les n.os *2, 4, 7, 17, 20*, sont les puits d'extraction en activité, dont il est question sur le tableau relatif aux mines de Rothenbourg, dans le tom. I.er de la *Richesse minérale* (pag. 27.)

Galeries.

La galerie d'écoulement qui parcourt l'exploitation, suivant la direction de la couche, est indiquée, sur le plan et sur les coupes, par des chiffres depuis *21* jusqu'à *28*. Sur toutes les coupes, la ligne *g s* exprime le niveau que cette galerie occupe dans la coupe faite suivant c d du plan. (Voyez *fig. 1* et *2*.) C'est jusqu'au niveau de cette galerie d'écoulement que les eaux du fond sont élevées par des pompes que met en mouvement une roue hydraulique, ainsi qu'on le voit sur le tableau rappelé ci dessus.

La galerie du fond, que montre le plan *fig. 1*, a pour objet de poursuivre la couche sur la direction qu'elle présente dans le niveau inférieur des travaux souterrains, c'est-à-dire, parallèlement à la galerie d'écoulement; la ligne *x y* exprime, sur toutes les coupes, à quel niveau la galerie du fond est située dans la coupe faite suivant c d du plan. (Voyez *fig. 1* et *2*.)

Le système de galeries qui est indiqué, comme occupant un même niveau au-dessous de la galerie d'écoulement, par les chiffres *29, 30, 31*

et *32*, fait voir comment l'exploitation de la partie non affaissée de la couche est mise en communication avec les travaux qui s'exécutent sur la partie affaissée de la même couche. Cette communication entre les galeries *30* (*voyez* coupe suivant p q) et *32*, galeries qui suivent toutes les deux la direction de la couche, a lieu par la galerie de traverse *31*, qui est pratiquée dans le grès rouge. (Voyez *fig. 1, 7, 8* et *9*.)

MANSFELD, &c. Pl. 23.

L'ensemble des travaux étant disposé ainsi que nous venons de le voir, on procède à l'arrachement du schiste cuivreux par la méthode connue sous le nom d'ouvrage à col tordu *[krummhælser arbeit]*.

Ouvrage à col tordu.

Cet ouvrage s'établit, soit en un seul atelier ou étage, si la couche est peu inclinée, soit par étages successifs qui communiquent avec un puits d'extraction, par le moyen de galeries de traverse, si l'inclinaison de la couche est considérable, ou si elle offre des dérangemens. Voici comment on procède en général.

A partir d'une galerie inférieure à l'espace qu'il s'agit d'exploiter, on pratique une montée dans la couche, suivant son inclinaison, ou bien, si elle est trop rapide, suivant une ligne intermédiaire entre l'inclinaison et la direction : une telle montée s'élève communément jusqu'à ce quelle ait atteint une longueur de 8 à 12 toises. Ensuite, sur chacun des deux angles que cette montée forme avec la galerie du fond, un ouvrier pousse une taille dans la couche de schiste cuivreux, suivant sa direction. Ces deux premières tailles vont l'une vers la droite, l'autre vers la gauche de la montée. Au-dessus de chacune d'elles, il s'établit successivement une seconde taille, puis une troisième, et ainsi de suite, de sorte que l'ensemble de l'atelier présente la forme de gradins renversés ou de gradins couchés, suivant que la couche est plus ou moins inclinée.

Disposition des ateliers.

On voit *(fig. 1)*, près du puits n.° *6*, l'indication d'un tel atelier que nous supposons établi, depuis peu de temps, à partir de la galerie du fond, tandis que, dans l'étage supérieur, il s'en trouve un autre établi à partir de la galerie d'écoulement. Chacun de ces étages communique avec un puits, par une galerie de traverse. *(Voyez* aussi la coupe g h, *fig. 5.)*

L'espace dans lequel est placé l'ouvrier n'a qu'une hauteur qui varie de 16 à 20 pouces, suivant la puissance du schiste à exploiter; ainsi, il

MANSFELD, &c. Pl. 23.

ne peut travailler que couché sur le côté, principalement dans les parties peu inclinées de la couche : de là, le nom de cet ouvrage pénible. Pour arracher le schiste cuivreux, l'ouvrier l'entaille au mur de la couche, poussant ce dépouillement, au moyen du pic, le plus loin qu'il peut, et de préférence dans la bande de roche la plus tendre et la moins métallifère ; ensuite il abat le schiste au moyen de coins chassés entre la couche exploitable et son toit, qu'on évite soigneusement d'entailler. Quelquefois la dureté des matières exige l'emploi de la poudre ; alors on exécute le tirage à petites charges, comme nous l'avons vu dans les Notions préliminaires (chap. IV).

On emploie le même moyen pour attaquer le mur de grès blanc-grisâtre, lorsqu'il se trouve que le minerai a pénétré jusque dans cette roche. Les mineurs distinguent l'espèce de minerai qu'on obtient ainsi du mur, par le nom de *sanderz* [minerai du grès].

A mesure qu'une taille avance, l'ouvrier soutient le toit derrière lui par des étais, et il remblaie l'espace excavé, en ménageant les voies de roulage : dans ces voies basses, le *hercheur* rampe sur le côté, traînant depuis la taille vers la montée, et de là vers le puits d'extraction, un chariot chargé de minerai, qui est attaché à son pied gauche. (*Voyez* tom. I.er, pag. 154.)

La circulation de l'air est entretenue, dans ces mines, par de simples portes d'airage, d'une manière analogue à ce que nous décrivons ailleurs. L'extraction des minerais au jour s'opère par le moyen de treuils mus à bras d'hommes, ainsi que l'indique le tableau placé pag. 27 du tom. I.er

D'après les détails qui précèdent, concernant le district dit *Rothenweller-Revier*, il sera facile de se rendre raison de l'exploitation analogue qui est en activité dans le district de *Naundorf*. (Voyez *fig. 13, 14* et *15*.)

Explication des *Fig. 13 à 15.*

Les lettres qui se correspondent sur ces trois figures y feront distinguer les objets suivans :

1, 2, puits d'extraction, surmontés de treuils ; *3*, puits pour l'épuisement des eaux ;

a, galerie inférieure d'écoulement, dite *Heinitz-stolln ;*

b, galerie supérieure d'écoulement, dite *Naundorfer-stollen*, remplacée par la précédente ;

c, galerie d'alongement, qui suit la direction de la couche, au même niveau que la galerie a pratiquée dans le grès rouge ; *MANSFELD, &c. Pl. 23.*

d, autre galerie d'alongement ;

e, galerie d'alongement, au niveau inférieur des travaux souterrains ;

f, galerie de traverse horizontale, au niveau de la galerie a ;

g, galerie inclinée, *montée* qui établit la communication entre les niveaux e et c ;

h, galerie inclinée, dans laquelle on peut élever, à l'aide d'un treuil, les minerais extraits, depuis le niveau e jusque vers le fond du puits *2* ;

j k, galerie horizontale de traverse, pratiquée dans le grès rouge : elle établit la communication entre le niveau e et le puits *3*, sur lequel est établie une roue hydraulique ; cette roue élève les eaux de tout le district jusqu'au niveau de la galerie a, par où elles s'écoulent au dehors ;

m, galerie descendante, pour l'approfondissement ultérieur des travaux.

La portion de la couche de schiste cuivreux, qui se trouve divisée en massifs à peu-près carrés, par les dispositions que nous venons de voir, s'exploite par le moyen de l'ouvrage à col tordu, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut.

(*Voyez*, pour les résultats relatifs à la partie économique d'une telle exploitation, le tableau inséré pag. 27 du tom. I.er)

CHAPITRE X.

DES COMBUSTIBLES FOSSILES.

EXPLICATION DES PLANCHES 24 À 30.

COMBUSTIBLES fossiles.

Considérations générales.

1.° CES vastes dépôts de combustibles fossiles, que nous présente le sein de la terre, proviennent-ils de débris du règne végétal et du règne animal, entassés au sein des eaux par suite de quelque grande catastrophe, ou sont-ils des systèmes de roches, composés de détritus minéraux, à l'instar de plusieurs roches secondaires, et ne différant de celles ci que parce qu'ils sont pénétrés de bitume!

2.° Les combustibles fossiles se présentent-ils dans des systèmes de roches différens, qui indiquent différentes circonstances et différentes époques de formation!

3.° S'ils se présentent dans des systèmes de roches différens, y sont-ils de qualités différentes!

4.° Si les combustibles fossiles doivent leur origine au règne végétal et au règne animal, comme tout porte à le croire, proviennent-ils tous également de l'un et de l'autre règne!

5.° Ceux des dépôts de combustibles fossiles qui se trouveroient être de même qualité et qui offriroient les mêmes circonstances de gisement et de formation, dans les différentes contrées de la terre, seroient-ils le résultat d'une catastrophe générale, ou de plusieurs catastrophes partielles!

6.° Enfin, à quelles époques et par quels grands procédés de la nature fut réunie ou développée, dans les combustibles fossiles, cette matière plus ou moins abondante, plus ou moins énergique, à laquelle ils doivent la propriété de brûler avec plus ou moins d'activité!

Telles sont les principales questions qui peuvent intéresser le mineur dans ses recherches et dans ses travaux d'exploitation; car nous ne nous arrêterons point à certaines conjectures, que des faits nombreux ont

depuis long-temps écartées, par exemple, à l'opinion des personnes qui ont prétendu que tous les combustibles fossiles étoient originairement des bois, et qu'un feu volcanique, en carbonisant ces bois, avoit produit toutes les variétés de combustibles fossiles.

COMBUSTIBLES fossiles.

Une partie des questions que nous venons de rappeler est résolue par les observations d'un grand nombre de savans, et les solutions obtenues sont heureusement celles qu'il importoit le plus à l'art des mines de pouvoir prendre pour guides.

On admet assez généralement les résultats d'observations qui vont être rappelés :

Les dépôts de combustibles fossiles, débris du règne végétal et du règne animal, se présentent dans des systèmes distincts de roches formées tranquillement au sein des eaux ; ils attestent plusieurs époques successives de formation : à chacune des époques distinctes correspondent, en général, des combustibles différens de ceux d'une autre époque, sur-tout quant à leur usage en grand ; ainsi l'on distingue :

1.° Dans les terrains, soit primitif, soit de transition, et quelquefois dans le terrain secondaire, l'*anthracite*, combustible qui brûle difficilement, et auquel nous ne nous arrêterons pas, parce qu'il n'est que rarement un objet d'exploitation ;

2.° Parmi les premiers termes de la série des roches secondaires, la *houille* que nous appelons *ancienne*, houille par excellence, qui paroît devoir son origine principalement au règne végétal, et qui est presque toujours accompagnée de certaines empreintes de plantes ;

3.° Au sein de certaines roches d'une formation postérieure, la *houille* que nous appellerons *récente*, combustible qui est, en général, d'une qualité inférieure à celle de la houille ancienne, et avec lequel se présentent abondamment les débris du règne animal : on distingue plusieurs formations de *houille récente ;*

4.° Parmi des roches plus récentes encore, les *lignites* ou bois fossiles, dans lesquels on reconnoît des débris de végétaux, faciles à distinguer de ceux qui caractérisent la première formation de houille ; (*Voyez* 2.° ci-dessus.)

5.° Enfin, parmi les dépôts les plus récens, on compte la *tourbe*,

COMBUSTIBLES fossiles.

combustible qui résulte évidemment de l'accumulation des débris du règne végétal, combustible dont la formation se continue journellement, et, pour ainsi dire, sous nos yeux.

Si, après avoir jeté un coup-d'œil général sur l'ensemble des époques de formation, nous considérons chacune d'elles en particulier, il paroît que, dans une même époque, les dépôts de combustibles fossiles se sont formés partiellement et successivement, mais cependant d'une manière assez uniforme, pour les diverses contrées de la terre où l'on a observé de tels dépôts. Quelquefois, entre deux époques distinctes de formation, il se présente des dépôts de combustibles, accompagnés de quelques phénomènes particuliers, qui semblent indiquer seulement, soit une anomalie, soit une transition d'une époque principale à celle qui la suit; mais, comme ces cas sont rares, et en général de peu d'importance pour le mineur; il ne peut entrer dans notre plan de nous y arrêter. Bornons-nous à considérer les trois formations qui donnent lieu à de grands travaux souterrains, savoir, celle de la *houille par excellence* (*voyez* 2.° ci-dessus), celle de la *houille récente* (*voyez* 3.°), et celle des *lignites* (*voyez* 4.°)

L'histoire des propriétés physiques et chimiques de chacune des substances que comprend la dénomination générale de combustibles fossiles, se trouve dans plusieurs traités classiques de minéralogie; nous y renverrons le lecteur, pour la description des espèces et des variétés, au moyen des noms adoptés par les plus célèbres minéralogistes, tant en Allemagne qu'en France. C'est dans leurs savans écrits qu'on cherchera à s'éclairer sur l'origine de ces substances; ici, nous traiterons, relativement aux formations principales qui doivent nous occuper,

Division de ce chapitre.

1.° De la disposition générale des combustibles dans le sein de la terre, comme d'un guide à suivre dans les recherches et dans les travaux d'exploitation;

2.° De l'arrangement local des combustibles exploités dans plusieurs contrées, dont la description offrira des exemples propres à éclairer le mineur;

3.° Des méthodes qu'on suit, avec le plus de succès, pour l'exploitation des mines de houille et des mines de lignite.

PREMIÈRE SECTION.

Disposition générale des Combustibles fossiles.

La première formation de houille *[steinkohle]* s'appuie sur le terrain primitif, dont elle est souvent très-voisine, mais quelquefois plus ou moins éloignée: peut-être, en quelques endroits, est-elle contemporaine du terrain de transition, dans lequel se rencontrent les premiers vestiges de la destruction des êtres organisés. Dans tous les cas, cette formation de houille est plus récente que le terrain primitif. En plusieurs lieux, comme sur les rives de la Saale, à Wettin, elle se montre plus ancienne que les brèches quartzeuses *[rothe-todte-liegende]* qui supportent le schiste cuivreux-bitumineux; mais quelquefois aussi on la trouve appuyée sur une roche qui paroît avoir de l'analogie avec ces brèches. En général, cette première formation de houille s'annonce comme antérieure à celle des roches calcaires que supporte le schiste cuivreux.

COMBUSTIBLES fossiles.

Houille ancienne.

Nulle autre formation de combustible fossile n'est aussi répandue sur la terre, aussi riche, aussi favorable au développement de l'industrie; nulle autre n'est exploitée avec autant de succès.

On y trouve sur-tout les combustibles connus sous les noms suivans:

Houille grossière *[grobkohle]*;

——— schisteuse, ou grasse, ou lamelleuse *[schieferkohle, schmiedekohle, blætterkohle]*.

Quelquefois elle présente, du moins à ce qu'il paroît, la houille compacte *[kennelkohle]*, plus rarement quelques variétés de houille sèche, qu'on retrouve principalement dans les formations des époques postérieures.

A cette première formation appartiennent des couches de houille plus ou moins puissantes, plus ou moins nombreuses, rarement solitaires. Ces couches alternent, par une stratification très-marquée, avec l'argile schisteuse et le grès connu sous le nom de brèche ou de grès des houillères *[steinkohlen-sandstein]*; elles se conforment à toutes les inflexions des roches qui les enveloppent immédiatement, se moulant,

Caractères distinctifs.

COMBUSTIBLES fossiles.

comme elles, sur les contours et les sinuosités des bassins plus ou moins vastes qui supportent le terrain houiller. Ainsi, on trouve des couches de houille en toutes sortes de directions et d'inclinaisons. Souvent, ces circonstances du gisement sont très-variables pour une seule et même couche; ordinairement, elles sont les mêmes pour toutes les couches d'un même ensemble.

C'est un caractère frappant, pour cette formation, que l'abondance des empreintes de roseaux, de palmiers et de fougères qui s'y rencontrent, sur-tout dans l'argile schisteuse. Ces débris de végétaux, semblables entre eux dans les contrées les plus éloignées, diffèrent, par leur aspect général, des espèces connues aujourd'hui; ils semblent se rapprocher, par leurs dimensions et par leur forme, des grands végétaux des mêmes familles qui croissent dans les Indes orientales et dans l'Amérique. Le bois minéralisé ne se rencontre presque jamais ici; on ne peut citer que comme des raretés quelques débris du règne animal, par exemple quelques coquilles délicates qui ont été trouvées sur un fragment de l'argile schisteuse propre à cette formation.

Un autre caractère paroît être distinctif pour la houille de cette formation : c'est qu'une substance pulvérulente, semblable à la poussière du charbon de bois, et *criant* comme elle sous le doigt, se présente souvent dans toutes les variétés de houille de cette époque, principalement entre le toit de la couche et le combustible auquel cette substance adhère.

Le voisinage des minerais de fer argileux ou de fer carbonaté terreux, est aussi un indice fréquent de cette même formation : enfin, dans les dépôts de houille qu'elle présente, les couches de combustible et les roches qui les enveloppent sont souvent dérangées, mais avec une certaine symétrie, et coupées par des failles. Ces phénomènes, dont nous avons déjà fait mention, ne sont pas, à beaucoup près, aussi communs dans les autres formations de combustibles, que dans celle qui vient de nous occuper; nous y reviendrons plus tard, par le moyen des exemples, en considérant, à l'égard de cette première formation, les mines de houille du pays de la Marck, du pays d'Essen et Werden, des Pays-Bas, du nord de la France, et enfin de la Silésie. C'est sur la

même formation que sont ouvertes les mines les plus célèbres de l'Angleterre, dont nous ferons mention.

Combustibles fossiles.

Houille récente.

La formation de houille que nous avons appelée *récente*, est déposée dans des roches calcaires qui sont évidemment plus récentes que le schiste cuivreux, et plus anciennes que le terrain d'alluvion; mais, entre ces deux limites, il se présente plusieurs dépôts calcaires qui appartiennent à des époques de formation très-différentes.

Si l'on veut chercher à concilier les témoignages des divers observateurs, il paroît que la houille se trouve dans deux de ces époques, de sorte que la formation qui nous occupe en ce moment doit peut-être se subdiviser en deux parties : à la première semblent se rapporter, d'après M. Karsten, les couches de houille observées en Suisse, en Bavière, dans le Tyrol, dans la Savoie et dans le midi de la France, au sein d'une roche calcaire que ce savant a désignée par le nom de calcaire des Alpes *[Alpenkalkstein]* dans ses Tableaux minéralogiques.

Suivant le même auteur, ce calcaire est le plus ancien dans l'époque des terrains secondaires. Ce qu'il y a de certain, c'est que, dans le calcaire qui renferme la houille récente, on trouve une grande quantité de coquilles marines, principalement au toit et au mur des couches de combustible, ainsi que l'ont exposé MM. Duhamel et Bernard. (*Voyez* le *Journal des Mines* de France, n.° 8.)

La seconde subdivision de la formation de combustible qui nous occupe, comprend les couches de houille qui, d'après MM. Voigt et Hausmann, sont renfermées dans le calcaire le plus récent. M. Voigt cite à cet égard les mines de *houille limoneuse* du pays de Weimar.

M. Hausmann, dans celles du pays de Hanovre, a observé des couches de combustibles déposées au sein du calcaire récent, dit *muschelkalkstein* ou calcaire coquillier, et du grès récent, dit *quadersandstein*.

Il est à propos de remarquer que M. Karsten, dans ses Tableaux minéralogiques (édition de 1808), indique un gisement de houille absolument semblable, dans la nouvelle Silésie, vers l'est de Tarnowitz, aux environs de Sewierz et de Pilica. Nous verrons, dans les exemples, un profil dont nous lui sommes redevables, concernant cette contrée; nous y verrons aussi le gisement de la houille récente aux mines d'Entre-

Combustibles fossiles.

vernes en Savoie, et aux mines des environs de Hanovre. Peut-être, par de nouvelles observations, sera-t-on porté à penser que M. Karsten assigne une époque trop ancienne au calcaire coquillier qui renferme la houille dans les Alpes; peut-être les deux subdivisions indiquées ci-dessus doivent-elles se réduire à une seule et même époque: mais notre objet n'est point d'entrer dans ces discussions; contentons-nous de rappeler que, le plus souvent, les couches de houille qui se trouvent dans le calcaire, sont environnées, au toit et au mur, d'une argile noirâtre, durcie et calcaire; que les coquilles abondent dans leur voisinage; que les impressions de végétaux y sont rares; que le combustible qu'elles fournissent est, en général, moins bitumineux que celui de la formation ancienne; enfin, que la *formation récente de houille*, quoique riche en couches de combustible, l'est beaucoup moins que la première.

Lignite.

La troisième formation de combustible fossile est celle qui ouvre le plus vaste champ aux conjectures et aux savantes discussions : ce n'est point par son étendue, qui est beaucoup moindre que celle de la première formation; c'est par la nature du combustible qu'elle présente, par l'arrangement des masses minérales au sein desquelles la nature a déposé cette singulière formation, et sur-tout par la diversité des circonstances dans lesquelles s'y trouve le combustible. Le plus souvent, il se rapproche tellement du bois, qu'il est impossible de méconnoître son origine; c'est alors un lignite fort différent de la houille proprement dite, et d'une qualité qui lui est très-inférieure. Mais ce même lignite passe quelquefois à un aspect qui le rapproche plus ou moins de certaines variétés de houille : est-ce alors une formation de houille analogue à celles que nous avons déjà indiquées! est-ce une formation de lignite différente de celle où il ne se trouve que du bois et des débris de végétaux reconnoissables!

La nature et la disposition des roches, qui jettent quelquefois un si grand jour sur les objets de l'exploitation des mines, sont ici les principales causes de l'incertitude. Tantôt le combustible fossile que la minéralogie désigne par le nom de *lignite*, forme un lit d'une épaisseur variable, qui repose sur des couches d'argile et de sable, et qui est recouvert de masses, soit continues, soit bouleversées, de basalte et de roches

trappéennes, jusqu'à une hauteur considérable; tantôt le lignite, ou bois fossile, se présente dans l'argile et le sable, près de la surface du sol, en lits épais et continus, ou en masses informes, et sans être recouvert par une roche solide.

COMBUSTIBLES fossiles.

Sans vouloir renouveler ici les discussions auxquelles donnent lieu de tels problèmes, nous réunissons, sous le nom d'une seule et même *formation*, les circonstances principales qui se rapportent aux divers gisemens du lignite ou bois fossile *[braunkohle]*. Notre motif ou notre excuse sera le desir de ne pas séparer en deux formations une substance qui s'exploite, en général, sous un même nom, pour un même genre d'emploi, pour l'évaporation et le chauffage, et dont les qualités économiques ne varient pas d'une manière très-sensible, quelles que soient d'ailleurs les circonstances de son gisement. Mais, pour nous conduire en même temps d'après les faits qui se rapportent aux travaux du mineur, distinguons,

1.° Le gisement du bois fossile sous le basalte et les roches trappéennes;

2.° Le gisement du bois fossile dans le terrain secondaire ou dans le terrain d'alluvion, sans recouvrement de basalte et sans roche de trapp.

Plusieurs savans placent le premier cas dans l'histoire des roches secondaires, sous le nom de *formation trappéenne de combustibles fossiles*: ils regardent cette formation comme s'étant opérée au sein des eaux, à la manière des autres roches, postérieurement à celle des couches secondaires les plus récentes, mais antérieurement à l'époque d'alluvion, dans laquelle ils rangent une grande partie du second cas de gisement, laissant l'autre au terrain secondaire. D'autres pensent que les couches d'argile et de sable, au-dessus desquelles le lignite se trouve sous le basalte, appartiennent elles-mêmes au terrain d'alluvion. Ces couches, disent les partisans de cette dernière opinion, n'ont été recouvertes de basalte que postérieurement à la formation de l'alluvion dont le bois fossile faisoit partie; elles n'ont été recouvertes qu'accidentellement, soit par des blocs de basalte, lorsque cette roche se présente en masses bouleversées, comme au Westerwald dans le pays de Dillenburg, soit peut-

COMBUSTIBLES fossiles.

être par du basalte coulant, à l'état de lave fondue, lorsque cette roche, divisée en colonnes, recouvre le banc de lignite, à l'état de masse continue, comme au mont Meissner dans la Hesse. (*Voyez* la carte, pl. 1.)

Diverses opinions.

C'est dans les écrits des auteurs de ces opinions si diverses, qu'on trouvera les motifs sur lesquels chacun d'eux fonde la sienne. Remarquons cependant que tous s'accordent à regarder comme la même substance le lignite *[braunkohle]* qui, de l'aveu de tous, se trouve tantôt dans le premier cas de gisement, tantôt dans le second, mais en plus ou moins grande quantité.

Il en est de même du bois bitumineux *[bituminœses holz]*, d'une sorte de jayet *[pechkohle]* et d'une sorte de combustible terreux *[erdkohle]*; ces substances se trouvent dans l'un et dans l'autre cas : mais, suivant les partisans de la formation trappéenne, le gisement de lignite *[braunkohle]* qui se rapporte à cette formation, présente, outre le lignite et les autres substances que nous venons d'indiquer, un combustible brillant *[glanzkohle]*, un combustible bacillaire *[stangenkohle]*, un combustible marécageux *[moorkohle]*, et une terre alumineuse *[alaunerde]*, tandis que la formation suivante, qu'ils en distinguent comme appartenant au terrain d'alluvion, ne contient que le bois bitumineux, le combustible terreux, et quelquefois le lignite *[braunkohle]*, avec le jayet *[pechkohle]*.

Si l'on considère, d'un autre côté, que certaines substances combustibles, dont on a fait un caractère pour la formation trappéenne, ne se montrent que dans un petit nombre d'endroits, accompagnant le lignite *[braunkohle]*, et que c'est cette dernière substance qui est, en général, l'objet des travaux du mineur, quelles que soient les variétés de combustible qui l'accompagnent dans les exploitations de ce genre, on pourra penser avec nous qu'il suffit de rappeler au mineur les faits suivans, dans l'état actuel de nos connoissances :

Faits reconnus.

1.° Le lignite, bois fossile ou bois bitumineux, diffère essentiellement de la houille par son gisement; il en diffère aussi par sa nature, par son emploi : on peut l'en distinguer, le plus souvent, à son aspect ligneux ou terreux, et toujours aux roches qui l'accompagnent.

2.° Le lignite, bois fossile ou bois bitumineux, quelle que soit la nature des roches qui le supportent et le recouvrent, constitue ordinai-

rement, dans leur sein, un ou plusieurs lits en petit nombre, d'une inclinaison foible, d'une puissance variable, qui excède communément 30 pieds. COMBUSTIBLES fossiles.

3.° Quand le lignite, bois fossile ou bois bitumineux, se trouve sous le basalte, il y repose ordinairement sur une couche d'argile fine, au-dessous de laquelle se trouve un sable meuble, supporté quelquefois par un calcaire coquillier, d'une inclinaison différente. Tantôt le recouvrement du lignite est entièrement de basalte, soit continu, soit bouleversé; tantôt il se trouve, entre l'argile fine et le basalte, une roche de *wacke*, qui paroît former une transition de l'une à l'autre, et, par-dessus le basalte, il se trouve des roches analogues aux trapps [*grünstein, porphyrschiefer*].

4.° Quand le lignite, bois fossile ou bois bitumineux, se trouve sans basalte, il n'est recouvert ordinairement que de bancs d'argile et de sable, et il repose, soit sur des dépôts de même nature, soit sur des roches calcaires ou autres plus anciennes.

Passons aux exemples que nous avons annoncés.

SECONDE SECTION.

Arrangement local des Combustibles fossiles.—Exemples de gisement.

Relativement à la formation ancienne de houille, nous considérerons, EXEMPLES, Pl. 24 à 30.

1.° Sur la rive droite du Rhin, les mines des environs d'Essen et Werden, et celles des environs de Schwelm; (*Voyez* tom. I.er de cet ouvrage; *voyez* aussi pl. 1 et 24 à 27 de l'Atlas.) Houille ancienne.

2.° Sur la rive gauche du Rhin,

Les mines des environs d'Eschweiler, dans le pays de Juliers (pl. 25), en jetant un coup-d'œil sur celles du pays de Liége;

Les mines des environs de Mons. . . . . (pl. 25 et 26),

——————— de Valenciennes. *(ibid.)*,

——————— de Sarrebrück. . . (pl. 27 et 29);

3.° En Silésie, les mines les plus célèbres de cette contrée, qui ne

EXEMPLES, Pl. 24 à 30.

seront décrites que dans la subdivision consacrée à l'exploitation. (*Voyez* pl. 28 et 30.)

4.° Nous considérerons les accidens des couches de houille, d'après des exemples tirés des mines du pays de la Marck (pl. 27).

Houille récente.

Relativement à la formation récente de houille, nous verrons, avec quelques détails, les exemples déjà indiqués ci-dessus. (*Voyez* pl. 27, *fig. 20*, et pl. 29, *fig. 14* et *15*.)

Lignite.

Quant aux lignites, nous considérerons leur gisement au mont Meissner dans la Hesse (*voyez* pl. 29, *fig. 16*), à Sagor en Carniole (*voyez* pl. 21, *fig. 11* à *13*), et dans le département de l'Aisne en France.

Asphalte.

Nous présenterons, comme un appendice à ces exemples, le gisement de l'asphalte dans le département de l'Ain. (Pl. 29, *fig. 17*.)

Mines de la rive droite du Rhin.

Bassin de la *Ruhr*.

Le riche dépôt de houille que renferme le bassin de la Ruhr, dans le pays d'Essen et Werden, est un des plus instructifs qu'il y ait au monde : là, sur une étendue de quelques myriamètres carrés, on peut s'expliquer l'arrangement des dépôts de houille les plus vastes. C'est dans cette vue que nous allons parcourir une contrée sur l'intérieur de laquelle l'exploitation des mines a jeté un grand jour.

Prenons pour point de départ les petites villes de Hagen et de Schwelm, qui sont toutes les deux situées au sud et non loin de la rive gauche de la Ruhr. (*Voyez* sur la carte pl. 1, au nord-est de Dusseldorf.) Si l'on se figure une ligne droite indéfinie qui passe par ces deux points, et qui, par conséquent, se dirige à-peu-près du nord-est au sud-ouest, le dépôt de houille commence au nord, et très-près de cette ligne.

Au-delà de cette même ligne, vers le sud, ainsi que sur ses prolongemens vers le nord-est et le sud-ouest, on ne rencontre, jusqu'à une distance assez considérable, sur-tout dans la partie très-montagneuse du sud, que les roches qui caractérisent le terrain de transition, la grauwacke, les schistes argileux et siliceux, les bancs de calcaire interposés dans ces roches, et quelques bancs de schiste alumineux. L'inclinaison générale de ce terrain de transition est constamment vers le nord; sa direction est

à-peu-près sur *6 heures*, d'après la boussole du mineur. Aux approches du terrain houiller, on voit encore les roches de transition recouvertes d'une épaisseur considérable de grès carié, qui est entremêlé d'argile schisteuse, avant d'arriver au grès solide des houillères, alternant avec des couches nettes d'argile schisteuse, et renfermant des couches de houille exploitables. EXEMPLES, Pl. 24 à 30.

Aux environs de Schwelm, près du village de Herzkamp, la limite du terrain de transition prend une courbure qui se dirige vers le nord-ouest: plus loin, aux environs de Mülheim, sur la Ruhr, cette limite se trouve en contact avec un système de roches qui est plus récent que le terrain de transition et que le dépôt de houille : c'est un calcaire secondaire, une marne verdâtre. A partir du point que nous venons de remarquer, cette roche recouvre la formation de houille, sur la rive droite de la Ruhr, en suivant une ligne courbe qui passeroit par les environs d'Essen, de Bochum, de Dortmund et d'Unna (au sud de cette dernière ville), jusque vers le point où reparoît le terrain de transition, à l'est du bassin houiller.

D'après cet aperçu, on peut voir que le bassin houiller qui nous occupe est circonscrit par une courbe fermée, dont le contour sinueux se rapprocheroit cependant des côtés d'un triangle scalène, ayant son angle obtus auprès de Schwelm, et ses deux angles aigus, l'un auprès de Mulheim, sur la Ruhr, l'autre au sud d'Unna. Ce bassin présente une longueur de 5 myriamètres $\frac{1}{2}$, de l'est à l'ouest, avec une largeur de 2 myriamètres $\frac{1}{2}$, du sud au nord. Au sud, il repose, comme nous l'avons déjà indiqué, sur le terrain de transition; au nord, il supporte les roches secondaires, qui l'enveloppent aussi vers l'ouest et vers l'est, ainsi que nous l'avons vu, roches au sein desquelles se trouvent les sources salées qu'on exploite à Kœnigsborn près Unna. Dans ce bassin, où la formation de houille se montre à nu, les couches de combustible présentent des figures si variées, que le dessin qui les représente pourroit sembler un jeu de l'imagination. Nous ne prenons cependant pour exemples que des espaces qu'on a été à portée de reconnoître dans toutes leurs parties, au moyen de l'exploitation des couches de houille. Limites du bassin.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 24.

Essen et Werden, Pl. 24.

Les établissemens compris sous la dénomination de mines d'Essen et Werden, sont divisés, sous le rapport de l'administration, en cinq districts, qui, d'après leur situation, portent les noms d'*Essen*, *Haute-Ruhr*, *Relling-Hausen*, *Heisingen* et *Werden*.

Dans ces cinq districts, le nombre total des exploitations distinctes s'élève à soixante-neuf; on y a dénommé diversement cent soixante-six couches de houille, dont quatre-vingt-trois seulement sont en exploitation active (en 1810); mais il est évident, d'après la *fig. 1*, que les mineurs ont souvent distingué par des noms particuliers les diverses portions d'une seule et même couche.

Pl. 24, *Fig. 1.*

Le plan *(fig. 1)* est une coupe horizontale, prise au niveau de la Ruhr; il fait voir que la direction des divers bassins que remplissent les couches de houille, est en général du sud-ouest au nord-est, et que ces couches sont, pour la plupart, disposées en forme de jattes ellipsoïdes, placées les unes au-dessus des autres. La direction du grand axe des jattes, et par conséquent la direction la plus habituelle des couches de cette contrée, étant du sud-ouest au nord-est, leur inclinaison est le plus souvent vers le nord-ouest et vers le sud-est. Dans le premier cas, elle varie depuis cinq degrés jusqu'à quatre-vingt-six; et dans le second, depuis cinq jusqu'à soixante-seize degrés. La puissance des couches varie ainsi qu'il suit :

Dans le district d'*Essen*, puissance variable de	6	à	70	pouces du Rhin.
——— de la *Haute-Ruhr*	3	à	100.	
——— de *Rellinghausen*	13	à	48.	
——— de *Heisingen*	15	à	48.	
——— de *Werden*	18	à	72.	

Jetons un coup-d'œil sur les principaux ensembles de couches, qui sont indiqués par I.° jusqu'à V.°: ces numéros désignent seulement les ensembles tels que nous devons les considérer pour notre objet, et ne correspondent pas exactement à la division administrative en districts.

La *fig. 1* fait d'abord voir ce qui suit :

1, 2, 3, &c., couches de houille dans chacun des cinq ensembles;

ab, cd, ef, gh, ik, lm, np, failles ou crains qui coupent certaines parties des ensembles.

On distinguera :

Dans l'ensemble I.°, à l'ouest d'Essen, *1, 17, 29,* numéros indicatifs des couches de ce système, savoir :

1, couche dite *Ohne namen; 2, Steinbank; 3, Dreck und herrn bank; 4, Dreck bank; 5, Fünf hand breit bænkchen* [c'est-à-dire, petite veine de cinq paumes]; *6, Roettgerbank,* &c; *26* et suivantes, couches dites *Geitling,* &c.

Les portions de lignes qui sont ponctuées indiquent des portions de couches, dont on connoît l'existence, sans avoir pu constater les sinuosités qu'on présume, par analogie, qu'elles doivent offrir dans le pays de Mülheim, jusqu'à ce moment peu étudié sous ce rapport.

Les couches indiquées depuis *1* jusqu'à *17* inclusivement, forment des courbes continues : on voit, depuis *18* jusqu'à *29,* des couches au sujet desquelles on ignore si elles sont interrompues ou non ;

Dans l'ensemble II.°, en allant de l'est à l'ouest, depuis Hinsel et Steele jusqu'à Bredeney,

1, 9, 15, 20, 34, numéros dont chacun rappelle une même couche, en suivant ses sinuosités, dans le nombre total des couches, qui est de trente-quatre pour cet ensemble. Voici les noms de quelques-unes d'entre elles :

Depuis *1* jusqu'à *9,* couches nommées : *1, Faule-fotte; 2, Gewalt; 3, Wildebank; 4, Nebenfloetz; 5, Neuglück; 6, Donnergott; 7, Wildebank; 8, Kuckuk; 9,* couche nommée *Grevel* sur la rive gauche de la Ruhr, et *Steinbank* sur la rive droite ;

10, Schockenbank sur la rive droite, et *Arnoldibank* sur la rive gauche, &c. C'est ainsi que les dénominations varient, pour une même couche, d'une rive à l'autre, et souvent sur la même rive ;

20 jusqu'à *24,* couches désignées par le nom de la mine dite *Henriettenglück ;*

34, couche nommée *Lauterberg.*

On voit, depuis *1* jusqu'à *18* inclusivement, des couches continues ;

Essen et Werden, Pl. 24.

depuis *19* jusqu'à *34*, des couches interrompues par les crains ou failles *j k, g h*;

Dans l'ensemble III.°, en allant des environs de Heisingen à Holsterhausen, *1, 2, 3, 16, 19, 30, 32*, numéros indicatifs des couches comme ci-dessus, savoir : *1*, couche dite *Fote-maehr*; *2*, *Catharina-nebenflœtz* *3*, *Catharina* : *4*, *Silberbank*; *5*, dans une portion, *Wechslerbank*; dans l'autre, *Begierde*; en général, noms très-variables pour différentes parties de chacune des autres couches, selon qu'on l'exploite sur une rive de la Ruhr ou sur l'autre; *30*, couche dite *Weiberkunst*; *32*, *Ohne namen*.

On voit, depuis *1* jusqu'à *18* inclusivement, des couches continues; depuis *19* jusqu'à *28*, des couches interrompues par la faille *m l*, et jusqu'a *32*, des couches dérangées; la partie *19 m* des couches paroît correspondre à la partie *19 l*;

Dans l'ensemble IV.°, au nord-est et au sud-ouest de Werden, n.° *1* jusqu'à *12*, couches de houille dites : *1*, sur la rive droite de la Ruhr, *Untergirondelle*; *8*, d'abord *Hitzberg*, près du crain *g h*, et plus loin, *Floete*, au-delà de *a b*; *10* et *11*, *Eichholz*, &c.

La partie comprise entre les signes *2, e, g, 1*, à gauche de la faille *g h*, paroît correspondre à la portion du système voisin (*voyez* II.° ci-dessus), qui se trouve à droite de la même faille, et entre les signes *34* et *22*.

Quelques couches qui ne sont comprises dans aucune série de numéros, forment des ensembles ou groupes peu considérables, qui paroissent être subordonnés aux ensembles désignés ci-dessus;

Dans l'ensemble V.°, sur la frontière du pays de Hardenberg et du pays d'Essen et Werden,

1, 10 jusqu'à *17*, portion d'un ensemble de couches, dans lequel se trouvent, entre autres exploitations, celles qui sont désignées ci-dessous par y et z.

Quant aux autres ensembles, nous indiquerons, comme points de repère, les exploitations ou concessions principales, savoir :

Dans l'ensemble II.°,

a, *Gottvertraut*;

b, *Herrnbank;*
c, *Sonnenschein;*
d, *Schellsche zeche;*
e, *Deimelsberg;*
f, *Kunstwerk;*
g, *Henriettenglück;*
h, *Geitling;*
i, *Hochsiepen;*

Dans l'ensemble I.°,

jj, *Vereinigte Rottger Dreck und Herrn bank;*
k, *Beckstaedt;*
l, *Gitzkiels;*

Dans l'ensemble III.°,

m, *Catharina und Geitling;*
n, *Kollanbuscher zeche;*
o, *Geiersche zeche;*
p, *Bonscheit;*
q, *Braut im Bremer-busche;*
r, *Poertings-siepen;*
s, *Braut Nebenbank;*
t, *Mühlenberg;*
u, *Wohlgemuth;*

Dans l'ensemble IV.°,

v, *Capellenbank und Steingott in Bredeney;*
x, *Erbenbank;*

Dans l'ensemble V.°,

y, *Schwarze adler;*
z, *Gabe gottes.*

A, B, C, D, limites du calcaire secondaire, ou terrain marneux qui s'appuie sur le terrain houiller, en s'inclinant vers le nord.

Passons aux établissemens connus sous le nom de mines du pays de la Marck.

PAYS DE LA MARCK, Pl. 24.

Les *fig. 2, 3*, et *4* offrent les plan et coupes des couches de houille qui sont exploitées sur le territoire des villages de *Sprockhœvel* et *Herzkamp*, entre *Blankenstein* et *Schwelm*. (Voyez la carte, pl. 1.) Le plan est une coupe horizontale prise au niveau de la galerie d'écoulement g s des *fig. 3* et *4*.

Pl. 24, *Fig. 2, 3, 4.*

On distingue trois ensembles de couches :

Dans l'ensemble I.°,

			pieds du Rhin	pouces
1,	couche nommée *Sperling*, dont la puissance	=	5	"
2,	——— *Sperberg*, ...	=	3.	6.
3,	——— *Scholle*, au sud, et *Haberbank*, au nord.	=	3.	"
4,	——— *Altemisgunst*;			

5, 6, couches minces non exploitables.

Dans l'ensemble II.°, les couches *h, g* ont été exploitées par des mines nommées *Frosch, Lux, Fuchs* et *Knaphank* : une couche *h*, non exploitable, a été négligée par les mineurs; dans la couche *g*, dite *Frosch*, la puissance étoit de 3 pieds.

Autour du même ensemble II.°, on voit :

p, couche nommée *Sanct Melchiors-bænke*, dont la puissance est de 2 pieds 6 pouces;

d, deux couches dites *Frisch-gewagt*, dont chacune a de puissance 3 pieds.

Sur ces trois couches, les mineurs du pays distinguent plusieurs portions par des noms particuliers qui indiquent diverses exploitations; savoir :

a, *Sanct Peter*,
b, *Dassberg*,
c, *Junge haase*,
d, *Vogel bruchs bænke*,
e, *Lange egge*,
f, *Alte haase*,
g, *Hülsiepenbank*.

L'ensemble III.° comprend les couches sur lesquelles sont ouvertes les mines dites *Stock und Scherenberger gruben*, savoir :

1.° En allant de ω vers β, au sud, on distingue trois couches dont ces portions sont nommées *Gertges bænke*, et dont la puissance est :

Pour la 1.re, 1 pied du Rhin ; pour la 2.e, 3 pieds 6 pouces ; pour la 3.e, 4 pieds.

Plus loin, toujours vers le sud, suivent des couches dont ces portions sont nommées :

Pour la 4.e ..... *Lehnbænker striepen ;* puissance. . = 1 pied 6 pouces ;
—— 5.e ..... *Nebenstriepen*, ... = " 8 ;
—— 6.e (β), *Lehnbank*, ... = 4 " ;
—— 7.e (α), *Hütterbank*, qui, au point h, prend le nom de *Herzkamp* et présente une puissance de . . . . . 3 6.

Cette couche (α), ainsi que les précédentes et la suivante, enveloppe tout le système III.°, tant au sud, qu'à l'ouest et au nord.

Sur la couche suivante (σ), on distingue les portions dites :

j, *Oberste bank im osten* (à l'est) ; k, *idem, im westen* (à l'ouest) ;

l, *Steckerdreck bank ;* la puissance de cette couche s'élève à 8 pieds.

Au-delà, se trouvent plusieurs couches qui n'ont qu'un pied de puissance : on les néglige comme non exploitables, ainsi que les couches analogues *(o, o, o)* qui sont situées de l'autre côté du système III.°

2.° En allant de ω vers β au nord, on distingue les continuations des couches ci-dessus, que les mineurs nomment, de ce côté, ainsi qu'il suit :

Pour les trois 1.res ω . . *Eggerbænke*,
—— la 4.e . . . . . *Feldges bænker striepen*,
—— la 5.e . . . . . *Neben striepen*,
—— la 6.e (β) . . . . . *Feldges bank.*

Plus loin, toujours vers le nord (α), couche nommée *Neuefund* de ce côté ; elle présente, comme de l'autre côté, une puissance de 3 pieds 6 pouces.

Sur cette même couche (α), qui enveloppe le système III.°, on distingue les portions ci-après :

m, exploitation nommée *Glückauf*, indiquée sur la carte, pl. 1,

Pays de la Marck, Pl. 24.

n, *Mühlerbank;*

Sur les couches suivantes (σ), on distingue les portions ou exploitations dites :

o, *Glückburg;*

p, *Friedrich Wilhelm*, exploitation indiquée sur la pl. 1.

q, *Windmühle;*

r, *Bockmühle;*

s, *Busch bænke;*

t, *Hohebank;*

v, *Balthazar.*

Il suffira de jeter un coup-d'œil sur la carte, pl. 1, et sur les plans généraux que nous venons d'examiner, pour reconnoître quelle est la position des couches représentées par la *fig. 2*, relativement à celles qu'offre la *fig. 1.*

Pays de *Tecklenbourg.*

Au nord-est et à 9 myriamètres du dépôt houiller que nous venons de considérer, il s'en présente un autre, de la même formation ancienne ; c'est celui qu'on exploite dans le pays de Tecklenbourg-Lingen et dans le pays d'Osnabrück. (*Voyez* la carte, pl. 1.) Dans ce dernier dépôt, les couches, au nombre de cinq, se dirigent en général du sud-ouest au nord-est. Il est séparé du premier, à la surface du sol, par une étendue considérable de terrain postérieur à la formation des houilles.

Jetons maintenant un coup-d'œil sur les dépôts de houille que présentent les pays de la rive gauche du Rhin et les départemens septentrionaux de la France. C'est une vaste école pour l'étude de la formation de houille que nous appelons ancienne.

Mines de houille de la rive gauche du Rhin.

Rive gauche du Rhin, Pl. 25 à 27.

Les exploitations s'étendent, du nord-est vers le sud-ouest, ainsi qu'il suit :

Eschweiler.

1.° A l'est d'Aix-la-Chapelle, et environ à un myriamètre et demi de cette ville, se présentent les mines dites d'Eschweiler, sur les bords de l'Indt, rivière qui se jette dans la Roer, un peu au-dessus de Juliers. (*Voyez* pl. 25, *fig. 1 à 3.*)

2.° Entre Aix-la-Chapelle et Rolduc, mais plus près de cette dernière ville que de la première, on exploite un autre ensemble de couches de houille sur les bords de la Wurm, rivière qui, coulant du sud vers le nord, va se jeter dans la Roer, à égale distance de Juliers et de Ruremonde.

Rive gauche du Rhin. Pl. 25 à 27. — *Rolduc.*

3.° Sur les rives de la Meuse, de nombreuses couches de houille sont depuis long-temps reconnues et exploitées ; l'espace qui les renferme est circonscrit, sur la rive gauche, par une ligne qui, partant de Heure-le-Romain, non loin de Visé, passe par Votem, Ans, Hollogne-aux-Pierres, Bodegnée, Vinamont, et se termine à Seilles : sur la rive droite, et en partant toujours du nord, on commence à rencontrer les couches de houille au Trembleur et à Aubel, un peu au-dessus de Visé, et de là elles se montrent sans interruption dans tout l'espace compris entre la Meuse jusqu'à l'embouchure de l'Ourte, la rive droite de l'Ourte jusqu'à l'embouchure de la Vesdre, la rive droite de la Vesdre jusqu'à Chaufontaine, et une ligne qui, partant de ce dernier point, passe par Soumagne, Thimister, Clermont, et vient aboutir à Aubel. Enfin, au-delà du bassin de la Vesdre, en allant au midi, on en rencontre encore entre la rive gauche de l'Ourte et la rive droite de la Meuse jusqu'au Val-Saint-Lambert.

Pays de *Liége.*

Dans ce vaste bassin houiller, dont la plus grande longueur est de 5 myriamètres $\frac{1}{2}$ et la largeur moyenne d'un myriamètre, les couches alternent avec le grès des houillères et l'argile schisteuse ; leur direction, comme celle du bassin lui-même, est généralement du nord-est au sud-ouest, et le plus habituellement elles s'inclinent vers le sud-est.

La richesse de ces couches n'est pas la même sur tous les points du bassin ; c'est principalement auprès de Liége, sur la rive gauche de la Meuse, que se présentent les plus nombreuses, les plus puissantes et les plus riches en combustible. La seule montagne Saint-Gille, située au sud-ouest de cette ville, en renferme soixante-une, dont vingt-trois seulement ont été reconnues, par les travaux d'exploitation, comme superposées les unes aux autres : mais tout porte à croire que la disposition de toutes les couches est conforme à la même loi ; tel est le résultat des observations de M. l'ingénieur des mines Migneron.

Rive gauche du Rhin, Pl. 25 à 27.

Pays de *Mons*.

4.° Un précieux dépôt de couches de houille se montre encore dans les endroits suivans :

Au nord de Charleroy, à Lodelinsart, à Jumet, à Gilly; au sud-est de Mons, à Boussu, Waismes, Hornu, Quaregnon, Frameries, Pâturage, Cuesmes, Noirchin-le-Temple; à l'est de Mons, à Trivières, l'Olive, &c.; au sud-est de Quiévrain, à Elouge, Baisieux, Viheries et Dour. Dans un espace de terrain qui ne s'étend qu'à un myriamètre, sur la gauche de la route de Mons à Quiévrain, on a reconnu cent quarante-trois couches de houille, parmi lesquelles sont comprises celles de la mine dite du Grand-Buisson, et de la mine dite du Crachet, que nous considérerons ailleurs. (*Voyez* pl. 25 et 26.)

On pourra prendre une idée de la disposition générale des couches des environs de Mons, par le moyen de ces deux exemples; mais le Flénu, établissement qui est le plus voisin de Mons, parmi ceux que nous venons d'indiquer, présente une disposition particulière des couches; là, trente-deux couches de houille sont disposées comme le seroient des bacs placés les uns au-dessus des autres, c'est-à-dire, à-peu-près comme l'indique l'une des coupes qui se rapportent aux mines d'Eschweiler. (*Voyez* pl. 25, *fig. 3.*)

Valenciennes.

5.° Aux environs de Valenciennes, on exploite de nombreuses couches de houille à Saint-Waast, Anzin, Saint-Sauve, Raismes, Fresnes, Vieux-Condé, Hergnies, sur un espace d'environ 2 myriamètres, qui vient d'être indiqué en allant du sud-est au nord-ouest de la ville principale.

Nous considérerons tout-à-l'heure, avec plus de détails, ce dépôt, dont la disposition présente beaucoup d'analogie avec la plupart des couches exploitées auprès de Mons. (*Voyez* pl. 26.)

Aniche.

6.° Au sud-est de Douay, on exploite des couches de houille, à Auberchicourt et à Aniche; mais il se trouve, entre Aniche et Anzin, une étendue de trois lieues de terrain qui n'est pas encore connue sous ce rapport. Plus loin, auprès d'Arras, on a fait, à Monchy-le Preux, des recherches par le moyen desquelles on a reconnu la présence du terrain houiller, à une profondeur de 80 toises au-dessous de la surface du sol.

Si l'on considère, sur une même carte, la position des mines de houille que nous venons de passer en revue, depuis les environs de Tecklenburg et d'Osnabrück, jusqu'auprès de Douay et d'Arras, on ne pourra remarquer sans quelque intérêt les faits suivans :

HOUILLE, Pl. 24 à 30.

Résumé des faits exposés.

1.° Cette longue bande de terrain houiller est parallèle aux côtes de la mer du Nord et du pas de Calais.

2.° Cette même bande est à-peu-près parallèle à la direction des roches schisteuses, dépourvues de corps organisés, et en général des roches plus anciennes que la houille, qui ont été observées à quelques myriamètres vers le sud-est des points indiqués.

3.° La direction générale de cette bande de terrain houiller est à-peu-près parallèle à celle des principales chaînes de montagnes qui traversent l'Europe ;

4.° Depuis Arras jusqu'auprès de Bayeux, département du Calvados, on ne connoît aucune mine de houille ; mais à Litry, entre Bayeux, Isigny et Saint-Lô, on exploite une couche qui se trouve située sur le prolongement de la bande de terrain houiller que nous venons de considérer ; à une distance d'environ 60 lieues, vers le sud-ouest, on a reconnu le terrain houiller, dans les environs de Quimper, département du Finistère. Il n'existe, sur le continent, au nord-ouest de cette même bande, d'autre exploitation de houille que celle de Hardinghen, située dans le département du Pas-de-Calais.

5.° Les nombreuses couches de houille de l'Angleterre, dont nous avons indiqué la disposition générale (tom. I.er, pag. 285 et suiv.), occupent, de l'autre côté de la mer, une bande de terrain qui est parallèle à celle du continent.

6.° Si nous revenons sur le continent, nous voyons, au sud est de la bande de terrain houiller que nous y avons observée précédemment, un autre dépôt considérable de houille aux environs de Sarrebrück. Si de ce dernier dépôt nous tirons une ligne vers celui qu'on exploite à Montrelais, dans le département de la Loire-Inférieure, cette ligne se trouve être parallèle aux bandes de terrain houiller considérées ci-dessus.

7.° Dans la partie méridionale de la France, et notamment dans le riche dépôt de houille qui environne Saint-Étienne et Rive-de-Gier ;

HOUILLE, Pl. 24 à 30.

entre la Loire et le Rhône, on observe que le terrain houiller s'étend aussi en général du sud-ouest vers le nord-est.

Conjecture à ce sujet.

D'après ces faits, ne pourroit-on pas être porté à penser qu'à l'époque où la formation de houille eut lieu dans les contrées qui viennent de nous occuper, les anciens bassins qui constituoient la surface du sol, se trouvoient placés, au-dessous de chacune des bandes actuelles de terrain houiller, les uns à la suite des autres, sur un espace qui se dirigeoit du sud-ouest au nord-est, de sorte que les caps de ces bassins successifs s'avançoient les uns plus, les autres moins, vers le nord-ouest et le sud-est! Peut-être est-ce de cette première disposition des bassins primitifs, que résulte la disposition actuelle des bandes de terrain houiller; c'est la seule conjecture que nous puissions nous permettre de hasarder, au sujet de cet immense problème : revenons aux mines de houille qu'il nous reste à considérer, avec plus de détails, dans les Pays-Bas et dans le nord de la France.

Détails de gisement.

La plupart des mines des environs de Mons, et celles d'Anzin, auprès de Valenciennes, présentent, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, des analogies qui ont paru frappantes ; ce sont les observations faites à l'égard du premier dépôt, qui ont servi de guide pour la découverte du second.

Anzin et *Raismes.*

A Anzin, les couches se dirigent, en général, de l'ouest, déclinant un peu vers le sud, à l'est, déclinant un peu vers le nord : elles forment des plis et replis qui sont indiqués sur les figures que nous présentons. (*Voyez* pl. 25 et 26.) On distingue, dans l'inclinaison de la plupart de ces couches, des portions qui sont presque verticales; elles sont séparées par des portions qui sont presque horizontales. Les premières sont appelées les *droits;* les secondes, les *plats* de la veine ou de la couche. L'inclinaison générale des droits est vers le midi ; celle des plats est vers le sud-ouest, de sorte qu'ils se relèvent vers le nord-est; il en résulte que la ligne d'intersection d'un *droit* et d'un *plat*, fait, en général, un angle de quelques degrés, vers l'ouest. (*Voyez* pl. 26, *fig.* 3 et 4.)

Si l'on considère deux *droits* contigus à un même *plat*, le droit qui, étant prolongé par son extrémité supérieure, iroit aboutir au jour, est situé au midi de l'autre; d'après cette observation, qui paroît assez constante,

on nomme *droits du midi* ceux qui montent vers la surface du terrain, et *droits du nord* ceux qui s'enfoncent dans l'intérieur. HOUILLE, Pl. 24 à 30.

Sur une même couche, le toit et le mur restent, en général, les mêmes pour tous les droits; mais le toit d'un droit devient le mur du plat qui lui est contigu, et réciproquement.

Ces plis, qu'on appelle *crochets* ou *crochons*, ne se rencontrent, dans les couches qui avoisinent Valenciennes, qu'aux mines dites d'Anzin et de Raismes; il faut même en excepter l'exploitation qu'on appelle l'établissement du nord: dans celui-ci, qui est situé à 1200 mètres au nord des couches d'Anzin, on ne rencontre point de plats; les couches y sont inclinées, comme *droits*, de 45° vers le sud, tandis que, dans toutes les autres mines d'Anzin, les droits sont inclinés de 70 à 75 degrés.

Ce n'est pas la seule différence qu'on observe entre les couches de houille qui avoisinent Valenciennes; arrêtons-nous un moment à les considérer.

Nous avons vu qu'à Anzin la direction générale des couches est à-peu-près de l'est à l'ouest, l'inclinaison vers le sud pour les droits, et vers le sud-ouest pour les plats. L'espace sous lequel on connoît les couches de houille est entièrement au nord de Valenciennes; il commence à un quart de lieue de cette ville; il s'étend d'une lieue en longueur, suivant la direction des couches, et d'une forte demi-lieue *à travers bancs*, c'est-à-dire, en largeur. Le nombre des couches bien connues est de 41, en comptant les couches foibles, qui sont au nombre de 20 environ, pour tout l'ensemble des mines, mais sans compter les couches presque nulles et non exploitables, dites *passées*, dont le nombre est au moins égal à celui des couches exploitables.

La puissance des couches varie de 1 à 3 pieds du Hainault; il en existe une de 4 pieds, une de 6 pieds; il n'y en a pas de 7.

La houille est, en général, *grasse* et propre au travail de la forge; cependant l'établissement dit *du nord* ne fournit pas de houille à maréchal.

A Fresnes, si l'on prend pour point de repère le clocher de ce lieu, le dépôt de houille est situé vers le nord, et s'étend presque entièrement vers l'ouest; la direction générale des couches est du sud-ouest au nord-est. Ici, le plan des couches forme un arc dont la courbure est tournée *Fresnes.*

Houille, Pl. 24 à 30.

vers le sud-est, et la corde vers le nord-ouest; l'inclinaison est vers le sud-est, et très-foible, comme celle des *plats* à Anzin. L'étendue de ce dépôt, en longueur, est d'environ 800 toises suivant la direction, et de 800 toises à travers bancs, en commençant par l'exploitation (ou *fosse*) la plus méridionale et la plus voisine du clocher de Fresnes. Le nombre des couches est de 18, considéré comme nous l'avons indiqué à l'égard d'Anzin; leur puissance est de 1 à 3 pieds; il y en a de 4; on n'en connoît pas de 5. La houille est maigre, propre au chauffage, à la préparation de la chaux et des briques, mais point au travail du maréchal.

Vieux-Condé.

Relativement à la ville de Condé, les établissemens de Fresnes sont à une demi-lieue à l'ouest, et ceux de Vieux-Condé sont à une demi-lieue au nord de la même ville. A Vieux-Condé, la direction générale des couches est du sud-est au nord-ouest; leur inclinaison est vers le sud-ouest, entièrement en *droits* de 45 degrés. L'exploitation commence à 200 toises vers le nord-est de l'église du lieu; elle s'étend sur une longueur de 1200 toises, suivant la direction, et sur une largeur de 200 toises, *à travers bancs*. La plus grande partie des travaux est au nord-ouest de Vieux-Condé; il n'y en a que le tiers environ qui soit au nord-est de ce lieu.

Le nombre des couches, considéré comme ci-dessus, est de 21 pour Vieux-Condé et Hergnies; leur puissance est de 1 à 3 pieds; on en connoît de 3 et de 4 pieds; il n'en existe pas de 5 pieds. La houille est de même qualité qu'aux mines de Fresnes.

Terrains de recouvrement.

Les couches de houille qui se trouvent comprises dans la bande de terrain houiller que nous venons de parcourir, présentent des circonstances très-différentes relativement à la surface du sol. Dans les dépôts de la rive droite du Rhin, les couches s'annoncent souvent par des affleuremens au jour : les plus cachées ne sont recouvertes, sur le chef, que d'une épaisseur de terrain peu considérable.

Nous avons vu comment sont environnés de roches plus récentes, ces dépôts qui se montrent à nu dans le pays de Werden. Sur la rive gauche du Rhin, les premiers dépôts que l'on rencontre, en allant du nord-est au sud-ouest, sont enveloppés, d'une manière analogue, par des terrains d'une formation postérieure à celle de la houille, suivant une

ligne courbe dont les points principaux seroient aux environs de Cologne, de Juliers, de Maestricht, de Hannut, de Fleurus. Jusqu'aux environs de Namur, les dépôts de houille ne sont pas dérobés à la vue par de fortes épaisseurs de terrain; mais auprès de Mons, tantôt le dépôt de houille se montre près du jour, tantôt il est recouvert par des couches horizontales de roches calcaires et de roches argileuses, d'une formation qui est très-récente, en comparaison de celle du terrain houiller.

HOUILLE. Pl. 24 à 30.

A partir de Mons, ces couches, que l'on désigne par le nom de *terrains morts*, vont toujours en augmentant d'épaisseur jusqu'aux environs d'Arras, où elles ont été traversées récemment par une recherche de houille. On voit par les pl. 25 et 26, et sur-tout par la pl. 26, quelle est, en général, la nature de ces roches récentes, dont les lits horizontaux dérobent à la vue les couches inclinées du terrain houiller.

L'épaisseur des terrains morts, au-dessus du terrain houiller, varie ainsi qu'il suit :

A Mons, de	0 à 20 mètres
A Vieux-Condé, de	20 à 25.
A Fresnes, de	20 à 30.
A Anzin, de	25 à 40.
A Saint-Sauve, épaisseur présumée d'après les sondages	40 à 60.
A Aniche, de	50 à 60.
A Monchy-le-Preux, près Arras, de	80 à 90.

On sent combien la difficulté de l'exploitation s'accroît en raison de l'épaisseur de terrains morts qu'il faut traverser pour parvenir aux couches de houille; mais le plus grand obstacle qu'opposent à l'exploitation ces couches superposées horizontalement au terrain houiller, c'est l'affluence des eaux : elle provient de ce qu'au-dessus d'un banc épais d'argile ou de terre glaise, propre à empêcher les eaux de pénétrer dans le dépôt de houille qu'elle recouvre, il se trouve, parmi les terrains morts, des marnes et des pierres calcaires dont les nombreuses fissures entretiennent, pour ainsi dire, une inondation souterraine; ce n'est que par les plus grands efforts, ainsi que nous l'avons exposé ailleurs, qu'on parvient à traverser ces masses de fluide, nommées *niveaux d'eau*, jusqu'au banc

HOUILLE, Pl. 24 à 30.

d'argile qui semble un vaste abri étendu par la nature sur les travaux du mineur. (*Voyez* pl. 10 et pag. 185.)

Résumé.

Nous venons de voir les couches de houille de la première formation recouvertes par des dépôts horizontaux d'une formation beaucoup plus récente. Tout porte à croire qu'il manque ici un assez grand nombre de termes, dans la série des roches qui se sont formées postérieurement à la houille. Vraisemblablement, il s'est écoulé bien des siècles pendant le cours desquels les couches de houille d'Anzin, aujourd'hui ensevelies si profondément, montroient leur affleurement au jour, tandis qu'en d'autres contrées il se formoit, par-dessus les couches de houille, d'autres couches inclinées comme elles, et propres à attester toutes les relations d'âge et toutes les formations successives qu'on observe dans les roches du terrain secondaire. (*Voyez* pl. 23.)

Il n'est pas d'exemple plus instructif, à cet égard, que celui des mines de Wettin, situées dans le pays de Mansfeld (*voyez* la carte, pl. 1); mais nous ne nous y arrêterons pas ici, parce que la pl. 23 fait voir comment, dans cette contrée, les roches qui environnent le schiste cuivreux par-dessous et par-dessus, sont superposées aux couches de houille.

Autres exemples.

Aux détails que nous venons de présenter, concernant la disposition du terrain houiller sur la rive gauche du Rhin, il nous suffira de joindre l'explication succincte des planches qui offrent plusieurs exemples à cet égard.

En même temps nous aurons occasion de remarquer la disposition générale des travaux préparatoires d'exploitation, tels que puits et galeries. Nous renverrons à la section suivante les travaux d'arrachement, ainsi que nous l'avons annoncé.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 25.

Pl. 25.

Pays de *Juliers*, *Fig. 1 à 3.*

Fig. 1, 2, 3, plan et coupes verticales du bassin houiller d'Eschweiler, dans le pays de Juliers. Le plan est une coupe horizontale des couches, prise au niveau m, m, indiqué ci-après.

En suivant les 3 figures ensemble, on distinguera :

12, 15, 20, jusqu'à *46,* couches de houille, désignées ici par les numéros qui servent à les dénommer sur l'établissement;

ab, cd, ef jusqu'à *w &*, filons de pierre, dits *crains* ou *failles*, qui coupent toutes les couches de houille, et en général le terrain houiller indiqué par une teinte grise. Sur la *fig. 3*, le crain *ef* est omis pour plus de clarté. Les crains ou failles sont nommés par les mineurs allemands de cette contrée, tantôt *kropp*, tantôt *gewand* : le *kropp* est plus ferme, le *gewand* plus sableux. Au premier cas se rapportent les crains *ab, cd, ik, pq, yz, vx*, dits *kropp*; au second, presque tous les autres crains, qui sont dits *gewand*. HOUILLE, Pl. 25.

lm, $\beta\gamma$, $\delta\pi$, $\mu\nu$, autres crains d'une moindre étendue;

X, banc de sable dit *sand gewand*.

a, puits des machines d'épuisement, dites *herren-pompes*; elles consistent en trois roues hydrauliques à augets, dont chacune a 12 mètres $\frac{5}{10}$ de diamètre, et correspond à cinq répétitions de pompes aspirantes ordinaires;

b, puits de la machine à vapeur, non en activité;

c, puits de la machine d'épuisement, dite *padtkohl*; elle consiste en une roue hydraulique, comme ci-dessus, à laquelle correspondent quinze répétitions de pompes aspirantes ordinaires, jusqu'au niveau nn;

d, f, puits d'airage de la galerie nn;

e, puits dit *puits d'Ichenberg*, avec machine d'épuisement;

xx, galerie d'écoulement au niveau de laquelle sont élevées les eaux;

mm, galerie de traverse, dite *Durchfahrt*, qui réunit les eaux, et au niveau de laquelle puisent les pompes a. On l'appelle, sur l'établissement, *conduit-réservoir général*;

nn, nouveau conduit-réservoir au niveau duquel puisent les pompes c;

ω, anciens puits à machines;

τ, moulins ou tournans, usines à laiton, &c.;

λ, machine, dite de *Birkengang*, pour l'épuisement;

n, machine d'épuisement ruinée, dite *Münsterpump*;

Fig. 4 et *5*, plan et coupe des couches de houille que fait exploiter la société dite du *Grand-Buisson*, non loin de Mons, près Wasmes. Le plan est une coupe horizontale prise entre les terrains morts tm, *Grand-Buisson* près Mons, *Fig. 4, 5.*

HOUILLE, Pl. 25.

et le terrain houiller, de manière qu'il présente la direction variable du chef de toutes les couches. Ce chef seroit ici nommé *affleurement*, s'il se montroit au jour. En suivant les deux figures, on remarquera :

1 et *2* jusqu'à *18*, couches de houille que les mineurs du pays distinguent par les noms bizarres ci après : *1*, Petits-Andrieux; *2*, Fertée; *3*, Veine-au-caillau; *4*, Sorcière; *5*, petite Plate-Veine; *6*, grande Plate-Veine; *7*, Veine à deux laies; *8*, Honteuse; *9*, Biliée; *10*, Herlem; *11*, Tire-terre; *12*, Bouliau; *13*, Buisson; *14*, Matou; *15*, Payé; *16*, Grands-Enfans; *17*, Petits-Enfans; *18*, Veine à la pierre;

a, *c*, puits d'extraction dits : *a*, Fosse du Matou; *c*, Fosse du Buisson;

b, puits de la machine à vapeur; *d*, Fosse Saint-Martin; un autre puits, nommé Fosse de Bonne-Espérance, est situé à 800 mètres du puits *d* vers l'ouest; le même est à 200 mètres vers l'est du bois de Boussu, qui se trouve hors de l'espace compris dans le plan *fig. 4*.

pq, *qb*, *qr*, lignes de repère, situées à la surface du terrain, savoir : *pq*, pavé de Warquignies; *qr*, pavé de Hornu; *qb*, chemin de la machine;

t m (*fig. 5*), terrain horizontal dit *terrains-morts*, qui recouvre le terrain houiller. Dans celui-ci, les parties *ponctuées* des couches indiquent les espaces déjà épuisés, et les *lignes pleines* indiquent les portions à exploiter (en 1810).

Raismes près Valenciennes, *Fig. 6, 7.*

Fig. 6 et *7*, plan et coupe des couches de houille qu'on exploite dans la mine dite *Fosse de Raismes*, non loin de Valenciennes et d'Anzin. Le plan est une coupe horizontale prise au niveau de la galerie de recoupement *tt*, à partir du puits *q*, en l'année 1802.

On distinguera les objets suivans :

a a, b b, terrain horizontal dit *terrains-morts*;

b b, g g, terrain houiller;

1, *2*, *3* jusqu'à *15*, couches de houille de diverses puissances. Les *lignes pleines* indiquent les couches ou les portions de couches dont on a entrepris l'exploitation; les *lignes à tirets*, les couches ou les portions qu'on n'a pas encore entrepris d'exploiter.

α, β, γ, δ, ε, continuation des couches indiquées depuis *14* jusqu'à *1*: on a reconnu cette continuation des couches, mais sans pouvoir distin-

guer chacune d'elles précisément. Parmi ces couches, les plus belles sont *10*, *12*, dont la puissance est de $2\frac{1}{2}$ à 3 pieds, et les portions α, β, γ, δ, ε, parmi lesquelles la couche la plus puissante est γ, qui a 3 pieds; les autres couches sont nommées par les mineurs de cette contrée, soit *veines failleuses*, c'est-à-dire, qui ne se maintiennent pas régulièrement, soit *passées*, c'est-à-dire, couches peu puissantes, dont chacune ne présente qu'un filet ou sillon de houille, quoique d'ailleurs le combustible y soit quelquefois de très-bonne qualité. On a traité comme *veines failleuses* et non exploitables, les portions *1* jusqu'à *9* inclusivement, excepté *8*; comme passées, *16* et toutes celles qui sont situées depuis α jusqu'en ω, excepté les portions indiquées ci-dessus; HOUILLE, Pl. 25.

p, puits d'épuisement, machine à vapeur (de Newcomen);

q, puits d'extraction dit *Fosse de Raismes*, abandonné depuis 1807. Les travaux de cette mine, aujourd'hui non en activité, doivent être bientôt repris par un autre puits que l'on foncera sur la partie riche des couches, entre α et ε;

m m, galerie de traverse, dite *galerie de recoupement*, au midi de *p*;

n n, *idem* au nord;

t t t, *idem*, galerie qui recoupe trois fois les mêmes couches;

d, *d*, *d*, petits puits d'extraction dits *burcqs*, et petites galeries correspondantes;

z z, galerie autrefois projetée pour l'extraction; elle est exprimée par des points, ainsi que les autres projets. Le foncement d'un puits indiqué ci-dessus tiendra lieu de ces dispositions.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 26.

Fig. 1, coupe verticale des mines nommées *Crachet*, près Mons; on y distinguera ce qui suit, savoir : Pl. 26. *Crachet* près Mons, *Fig. 1* et 2.

a a, b b, terrain horizontal dit *terrains-morts*, dont les couches successives sont désignées, sur l'établissement, par les noms ci-après :

p, *argile*,

q, *marne*,

m, *rouge-caillou et silex*,

HOUILLE, Pl. 26.

n, *bleu* (calcaire); o, *diève* (argile).

bb, gg, terrain houiller, c'est-à-dire, grès, argile schisteuse, et couches de houille; ces dernières sont distinguées par les noms suivans :

1, *Passée* ou *filon*,	couche mince non exploitable;		
2, *Bonne-Veine*.....	de	77	centimètres de puissance;
3, *Veinette*.....	de	70	*idem;*
4, *Veine du mur*.....	de	50	*idem;*
5, —— *Naisson*.....	de	47	*idem;*
6, —— *de Piérin*.....	de	45	*idem;*
7, —— *de Torroire*....	de	77	*idem;*
8, —— *du Grand-Corps*,	de	70	*idem;*
9, —— *du Petit-Corps*, .	de	56	*idem;*
10, —— *de Houba*.....	de	66	*idem;*
11, —— *de Tandelaie*...	de	75	*idem;*
12, —— *de Roger.*			
13, —— *de Gaultrain.*			

d, e, bâtimens dont chacun contient une machine d'extraction, dite baritel à chevaux;

f, bâtiment qui contient une machine à vapeurs de Newcomen, pour l'épuisement des eaux;

a d o, puits des pompes de la machine à vapeur;

g, (sous les trois bâtimens), puits d'extraction;

h, *(idem)*, puits de descente;

f, puits d'airage, à chacun desquels correspondent une cheminée *q*, et un foyer placé au point *d*;

n, *n*, galeries de traverses et d'extraction;

m, *m*, petits puits, dits *tourets*, par lesquels a lieu l'écoulement des eaux sur la galerie *k k*, qui les porte vers le puits de la machine à vapeur f;

c o, continuation de la galerie de traverse *kk*, pratiquée, comme galerie de *percement*, pour explorer les couches vers le sud;

e e, galerie de percement vers le nord;

x, y, lieu de l'exploitation actuelle (en 1810).

Dans les couches de houille, les portions de lignes qui sont *pleines*, indiquent les parties à exploiter; les portions exprimées *en tirets* représentent les parties déjà épuisées. HOUILLE, Pl. 26.

La *fig. 2*, qui est accompagnée d'une annotation, sera expliquée ultérieurement, dans la section relative à l'exploitation de la houille. *Fig. 2.*

Fig. 3 et *4*, plan et coupe des couches de houille qu'on exploite dans les mines nommées Fosse du Verger (V) et Fosse Saint-Joseph *(j)*, à Anzin près Valenciennes. Le plan *fig. 3* est une coupe horizontale, sur une échelle moindre que celle de la coupe. *Verger* et *Saint-Joseph*, près Valenciennes, *Fig. 3, 4.*

Remarquons les objets suivans :

1, 2, 3 jusqu'à *10*, couches de houille, tantôt *en droit*, c'est-à-dire, presque verticales, tantôt *en plat*, c'est-à-dire, presque horizontales.

En suivant la couche *8* et les autres qui lui sont parallèles ou à-peu-près, on nomme sur chacune d'elles,

La partie ∧, *droit du midi*,

——— π, *plat de la veine*,

——— ∧, *droit du nord*.

Parmi ces couches, on désigne les suivantes par les noms ci-après (sur l'établissement) :

1, 2, Filons, c'est-à-dire couches très-minces, non exploitables;

3, Veine Maugré-tout, de 6 à 7 paumes de puissance;

4, —— *Tout-rond*.... de 3 à 4 *idem;*

5, Petite-Veine..... de 4 *idem* (ou 2 pieds);

6, Moyenne-Veine..... de 6 *idem;*

7, Veine passée, couche mince, non réglée;

8, Grande-Veine, de 8 paumes. (*Voyez* le plan, *fig. 5.*)

9, Petite-Veine droite du midi... de 4 paumes;

10, Grande-Veine droite du midi, de 6 *idem.*

Dans la *fig. 4*, aa, bb, *terrains-morts*, dans lesquels on distingue, d'après les noms usités sur l'établissement :

p, terre végétale, tuf, marne grise et *bonne pierre* calcaire grise;

q, silex;

m, *bleus* (marne bleuâtre); *petits bancs* et *forte toise* (calcaire);

Houille, Pl. 26.

n, *dièvc* (argile, terre glaise avec pyrites);

o, *tourtia*, calcaire avec noyaux siliceux;

b b, g g, terrain houiller, c'est-à-dire, couches alternatives de grès et d'argile schisteuse, parallèles aux couches de houille.

Sous les bâtimens v et *j*, on distinguera :

g, g', g'', puits d'extraction;

h, puits et voies de descente;

p, fig. 3 (au nord de v), ancien petit puits d'extraction;

e e (idem), galerie de traverse, dite de *recoupement*, au nord;

c c, fig. 4, galerie de recoupement au midi de v;

n n (au midi de *j*), galeries de recoupement;

k g g''2, galerie projetée pour porter les eaux de *Saint-Joseph* vers le puits *g g*, d'où elles se rendront à la machine à vapeur de la mine dite *Beaujardin*, distante d'environ 800 mètres vers l'est.

On reconnoîtra sans peine les divers étages ou *accrochages* au niveau desquels on a établi des ateliers d'arrachement.

Les mêmes lettres et chiffres indiquent les mêmes couches et les mêmes points sur les *fig. 3* et *4*. Dans la *fig. 3*, les flèches font voir, par leur pointe, le sens de l'inclinaison des couches, tant *en droit* qu'*en plat*.

Fig. 5. La *fig. 5*, qui est relative aux détails de l'exploitation de la houille, sera expliquée dans la section consacrée à cet objet.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 27.

Pl. 27.

Pays de *Sarrebrück*.

Le dépôt de houille sur lequel sont ouvertes les mines du pays de Sarrebrück, commence auprès de cette ville, vers l'est et le nord : il s'étend peu sur la rive gauche de la Sarre, où sont cependant situées plusieurs mines importantes, et entre autres l'exploitation de Guersweiler, que nous considérerons plus tard. Le long de cette rive, on exploite des couches de combustible, jusqu'à une distance d'un myriamètre $\frac{1}{2}$ à l'ouest de Sarrebrück; mais le terrain houiller ne s'étend pas à plus de 3 kilomètres au sud de la rivière. C'est principalement sur la rive droite de la Sarre que s'étend le dépôt de houille : là, il remplit tout

l'espace qui se dirige du sud-ouest au nord-est, sur une longueur d'environ 3 myriamètres, avec une largeur qui varie de 1 à 2. Sur cette rive, le dépôt de couches de houille est borné, 1.° par la Sarre, depuis Mohlstadt près Sarrebrück, jusqu'au confluent de la Brems dans la Sarre, un peu au-dessous de Sarre-Louis; 2.° par la Brems et le ruisseau de Lebach qu'elle reçoit, jusqu'à Marping; 3.° par une ligne passant sur Marping, Exweiler, Ottweiler, Klein-Ottweiler et Kotzholz, au-delà de Neunkirchen, vers l'est; 4.° enfin, par une ligne partant de ce dernier point, et passant sur la crête de montagnes qui se trouve entre le ruisseau de Sultzbach et le ruisseau de Scheidt jusqu'auprès de Sarrebrück, point de départ. Dans l'étendue de terrain qui vient d'être indiquée, les couches de houille se dirigent, en général, du sud-ouest au nord-est, s'inclinant vers le nord-ouest. Un grès rouge, sur lequel semble quelquefois s'appuyer le terrain houiller, occupe tout l'espace qui l'environne au sud, à l'est et au nord : le même grès se montre en quelques endroits vers l'ouest, le nord-ouest et le sud-ouest; mais ici, il recouvre le terrain houiller, dont on a retrouvé le prolongement à Schœnecken, au sud-ouest de Sarrebrück, en traversant le grès rouge par un trou de sonde.

Au-delà de ce grès rouge, vers le nord, et non loin de Waldmohr, il se présente un autre dépôt de couches de houille, qui s'étend le long des rives de la Glane, jusqu'à son embouchure dans la Nahe, au-dessous de Sobernheim. Ce dépôt, qui paroît distinct du précédent, et qui est beaucoup moins riche, occupe une étendue de 5 à 6 myriamètres en longueur, se dirigeant du sud-ouest au nord-est: sa largeur va quelquefois jusqu'à 2 myriamètres. Mais bornons-nous à prendre une idée des couches de houille des environs de Sarrebrück : pour cela, nous allons considérer la principale mine qui soit ouverte sur la rive droite de la Sarre, celle de Duttweiler; nous verrons plus tard la principale mine qui soit ouverte sur la rive gauche de la même rivière, celle de Guersweiler. (Cette dernière est représentée pl. 29, *fig. 1* et *2*.)

Duttweiler, Fig. 1 à 3.

Fig. 1, 2, 2 bis et *3*, plan et coupes verticales des couches de houille qu'on exploite aux mines de Duttweiler et de Sultzbach près Sarrebrück. Le plan est une coupe horizontale, prise au niveau de la galerie A A'.

HOUILLE, Pl. 27.

Entre la *fig. 2* et la *fig. 2 bis*, on a supprimé un espace de terrain houiller, dont la longueur est d'environ 450 mètres.

On distinguera les objets suivans :

1, 2, 3, 4 jusqu'à *16*, couches de bonne houille, dite *houille à maréchal;* leur puissance varie ainsi qu'il suit :

		Pieds du Rhin.	Pouces.		Millimètres.
Pour chacun des n.os *1* et *11*.....	la puissance =	1.	5.	ou	463.
——— *5, 7, 8, 9, 14*..	——— =	2.	"	—	616.
——— *2, 4, 6, 10, 12*.	——— =	3.	"	—	922.
——— *3* et *15*.....	——— =	3.	5.	—	1081.
——— *16*.....	——— =	5.	"	—	1540.
——— *13*.....	——— =	14.	"	—	4308.

E, lieu où se montre au jour le feu qui existe spontanément dans la couche n.° 13; c'est ce qu'on nomme la montagne brûlante de Duttweiler.

HK (*fig. 1*), faille composée de poudings quartzeux, qui coupe les couches: elle sépare les mines de houille des mines de schiste-alumineux qu'on exploite, pour l'alun, auprès de Duttweiler;

f, tas de grillage des schistes alumineux;

S, I, T, commencement des mines de houille dites *de Saint-Ingbert;*

g, haldes de l'ancienne exploitation des schistes alumineux;

F, feu spontané et presque éteint de la veine n.° *13;*

e, étang de la fabrique de bleu de Prusse qui est établie à Sultzbach. Auprès de cet étang, vers le nord-est, on avoit autrefois mis le feu sur la couche n.° *13*, pour l'exploitation du schiste alumineux; mais aujourd'hui il est éteint, ainsi qu'un autre feu qui fut allumé, pour le même objet, sur la couche n.° *6*, non loin du tas *f*, vers le nord;

k, k, affleuremens de quelques couches accessoires de houille, connues dans le village de Sultzbach, duquel dépendent les habitations et fabriques *t, v*.

a, a, a, portions des principales couches de houille, dont l'exploitation est terminée (année 1810) : elles sont indiquées par des lignes ponctuées; les *lignes pleines*, qui expriment leur direction, font voir la partie de ces couches qui reste à exploiter;

A A′, galerie de traverse, d'écoulement et d'extraction, qui sert à l'exploitation de toutes les couches, depuis *1* jusqu'à *8* inclusivement. HOUILLE, Pl. 27.

R, R, puits d'airage, qui aboutissent sur les couches *2, 3, 4;* ils communiquent avec la galerie A A′, au moyen de diverses tailles;

m n, galerie de traverse;

g g, niveau le plus bas des mines de houille de Saint-Ingbert *(ligne ponctuée);*

y y, niveau de la galerie d'écoulement, des mines de houille de Saint-Ingbert *(idem).*

Il suffira de jeter un coup-d'œil sur les planches suivantes, pour prendre une idée de la disposition des couches de houille qu'on exploite dans la mine de Guersweiler, située sur la rive gauche de la Sarre, et pour comparer les exemples précédens de gisement avec ceux que nous présentent les mines de la Silésie et autres, sur lesquelles nous reviendrons avec plus de détails, en considérant l'exploitation. Autres exemples.

Nul phénomène n'ouvre un plus vaste champ à la méditation du géognoste, nul obstacle n'exige plus d'expérience et de sagacité de la part du mineur, que ces nombreux accidens ou dérangemens des couches, qui se rencontrent sur-tout dans les mines de houille. C'est ce qui nous engage à joindre aux exemples de ce genre, qui sont déjà répandus dans les explications précédentes, un certain nombre de faits observés dans le pays de la Marck, où les variétés d'accidens les plus frappantes se trouvent réunies sur un espace peu étendu : sans revenir sur les explications théoriques qui ont déjà été rappelées dans les Notions préliminaires, nous exposerons ces faits, de manière qu'il soit facile à tout voyageur de les vérifier sur les lieux. Accidens, &c.

On distinguera les objets suivans :

Fig. 4, accidens peu considérables et assez communs dans toutes les couches de houille; cet exemple est tiré des mines qu'on exploite dans le pays de la Marck, sous le nom de *Egger und Gerges bank;* *Fig. 4.*

L M N, couche de houille dans laquelle on observe ce qui suit:

m, l, petit ressaut, bande interposée de substance pierreuse ou terreuse *[wechsel];*

M, N, interruption cunéiforme de la couche de houille *[auskeilung];*

HOUILLE, Pl. 27.

T Z, autre couche de houille dans laquelle on observe :

r, coin, masse cunéiforme de roc interposé *[keil]*;

v, rognon, masse arrondie de roc interposé *[niere]*;

n o, barre, masse de roche qui traverse la couche *[riegel]*;

Fig. 5. *Fig. 5*, accidens aussi communs; exemple tiré de la mine dite *Frosch und hütterbank*, dans le même pays, savoir :

P Q, V S, couches de houille dans lesquelles on observe ;

y, *z*, resserrement ou diminution de puissance;

s t, étranglement qui réduit la couche de houille à un simple filet, pendant quelque temps, après quoi elle reprend sa puissance.

Fig. 6. *Fig. 6*, *a*, couche de houille, qui, en formant plusieurs sinuosités, se divise en trois parties, *1*, *2*, *3*, dont chacune devient une couche distincte; exemple tiré de la couche qu'on exploite près *Herzkamp*, sous le nom de *Stæckerdreckbank*; c'est encore des mines du pays de la Marck, ainsi que toutes les figures jusqu'à [illegible] inclusivement, mais excepté *fig. 9*.

Fig. 7. *Fig. 7*, *a*, *a*, *a'*, couche de houille, qui forme, au point *a'*, une gouttière anguleuse *[spitzen-mulde]*;

d, *d*, autre couche parallèle à la première; exemple tiré de la mine dite *Flachsteich*;

g e, niveau de la galerie d'écoulement.

Fig. 8. *Fig. 8*, couches de houille, disposées en gouttière, dont le fond est un *brouillage* (*m*, *n*, *o*, *p*) ou mélange confus de roc et de morceaux cunéiformes de houille;

f, *g*, *h*, ensemble de couches, qu'on exploite dans la mine dite *Eggerbænke*;

f', *g'*, *h'*, *idem* dans la mine dite *Gertgesbænke*, savoir :

h h', couche désignée par le nom de *Striepen*, dont la puissance est de . . . . . 1 pied 6 pouces du Rhin *ou* 146 millim.

g g', —— dite *Kleinebank* . . . . . 3 4 "

f f', —— dite *Dickebank* . . . . . 4 2 "

q r, niveau de la galerie d'écoulement.

Fig. 9. *Fig. 9*, masse considérable de houille déposée, sans stratification constante, dans un bassin de montagnes primitives, exemple tiré des mines

du Creuzot, dans le département de Saone-et-Loire. Le même cas se présente dans plusieurs mines du midi de la France. (*Voyez* un Mémoire de M. Duhamel, dans le *Journal des mines* (n.° 8); *voyez* aussi la *Description des mines du département de la Loire*, par M. Beaunier, dans les *Annales des mines* (n.° 1). HOUILLE, Pl. 27.

On distinguera, sur cette figure, les objets suivans :

a, granite qui supporte le terrain houiller;

b, terrain houiller, mur de la couche;

c, couche puissante, ou masse de houille;

d, toit de la couche.

Fig. 10, 1 c c' 1, 2 d d' 2, couches verticales près du jour et d'une inclinaison variable dans la profondeur, par l'effet d'un crain *e f*, qui a séparé *c* de *c'* et *d* de *d'*; *Fig. 10.*

g e, niveau de la galerie d'écoulement; exemple tiré de la mine dite *Margaretha*, dans le pays de la Marck.

Fig. 11, couches de houille, formant une jatte dont le fond est en partie bombé et en partie brisé par des failles; exemple tiré de la mine nommée *General* dans le même pays. *Fig. 11.*

3, 4, 5, couches désignées, sur l'établissement, par ces mêmes numéros;

o, couche non exploitable;

6, couche nommée *Wipstert*,

s t, galerie de traverse;

s, portion de la couche n.° *3*, qui a la forme d'une selle *[sattel]*.

Fig. 12, petits ressauts qui sont communs dans les couches de houille et qui en font varier la direction; *Fig. 12.*

a b, direction de la couche principale qu'on exploite à la mine dite *Caroline*, dans le district de *Hoerde*,

c c, d d jusqu'en *k k*, directions des petits crains qui dérangent la couche a b.

Fig. 13, brouillage total des couches de houille, qui interrompt complètement leur direction; *1, 2, 3, 4, 5*, couches qu'on exploite aux *Fig. 13.*

HOUILLE, Pl. 27.

mines dites *Stock und scherenberger gruben.* (*Voy.* les *fig.* 2, 3, 4, pl. 24); e d, partie totalement brouillée.

Fig. 14. *Fig. 14*, dérangement observé dans la mine dite *Franciska und portbank;* il est indiqué ici par la direction des couches; le plan est une coupe horizontale au niveau de la galerie d'écoulement;

1 b b' 1, couche de houille, dite *Franciska flætz*, dont la puissance est de 5 pieds du Rhin;

1 m m' 1, portion de la même couche, qui est inclinée vers le sud et dite *Verlohrne posten;*

2 e e' 2, portion inclinée au nord, et *2 h h' 2*, portion inclinée au midi, de la couche de houille dite *Portbank*, dont la puissance est de 2 pieds et $\frac{1}{2}$. On voit, par les petites flèches qui indiquent l'inclinaison de ces couches de houille, qu'elles forment, de chaque côté de f q, une espèce de *selle*, dont le sommet est placé suivant S, pour la portion des couches située vers l'ouest, et suivant V, pour la portion située vers l'est;

f q, crain à l'est duquel, vers V, le terrain houiller se trouve être plus bas, de 12 toises, qu'à l'ouest, ou vers S.

Fig. 15. *Fig. 15*, ressauts fréquens, occasionnés par de petits crains *a, b, c, d, e, f*, qui traversent les couches de houille *1, 2* jusqu'à *6*, exemple tiré de la mine dite *Caroline.*

Fig. 16 et 17. *Fig. 16* et *17*, coupe verticale et plan des accidens observés dans les mines dites *Louise und Hessenbank.* Le plan est une coupe horizontale, prise au niveau de m a, *fig. 16;*

1 b jusqu'à *4* a, couches de houille nommées *Louise flætze*, dont la puissance est pour

n.° *1*	3 pieds	4 pouces du Rhin.
n.° *2*	2.	"
n.° *3*	1.	8.
n.° *4*	2.	4.

1 g jusqu'à *4* e, couches nommées *Hessenbænke*, qui sont la continuation des précédentes, et qui ont même puissance qu'elles, ainsi que les suivantes;

1 m jusqu'à *4* k, couches nommées *Foreller flætze;*

c d e, grande faille qui est remplie de fragmens des roches du terrain houiller, et qui présente quelques traces de houille;

h k j, faille moins considérable, qui forme un angle plan avec la première;

m e *(fig. 16)*, niveau de la galerie d'écoulement.

Fig. 18 et *19*, accident observé aux mines dites *General* et *Hasenwinkel*, dans lesquelles la partie orientale du terrain houiller paroît avoir subi un dérangement horizontal et une dépression verticale, par rapport à la partie occidentale. *Fig. 18 et 19.*

En effet, 1.° la partie située à l'est de la faille a f est à un niveau plus bas, et présente plusieurs couches de houille, en l, d, tout autres que celles qu'on exploite dans la partie située à l'ouest, en m; 2.° quelques-unes des couches de la partie occidentale u se trouvent dans la partie orientale en e, mais éloignées de plus de 100 toises de leur première direction : telles sont, par exemple, les couches *c, 5, 6.*

a f, grande faille qui a 50 toises d'épaisseur; elle est remplie de fragmens du terrain houiller et des couches de houille;

m, u, l, d, e, systèmes de couches, dans chacun desquels les couches de houille présentent la forme de jattes placées les unes au-dessus des autres. C'est sur les couches des systèmes m, u, qu'est ouverte la mine dite *General;* celles des systèmes l et d sont nommées, les premières *Hasenwinkler flætze*, les secondes *Sonnenscheiner flætze.* Le système e est nommé *couches derrière la faille.*

1, 2, 3, 4, 5, 6, numéros par lesquels on dénomme les couches correspondantes, dans la mine dite *General;*

a, couche nommée *Wipstert;* — *b*, couche nommée *Glocke;* — *b'*, couche nommée *Glocke derrière la faille;* — *d d*, couche non exploitable, qui n'a qu'un pied de puissance.

Quant à la puissance des autres couches, elle est :

Pour n.° *4*. . . . . = 3 pieds du Rhin.
— n.° *5*. . . . . = 5.
— n.° *6*. . . . . = 8.
— *a*. . . . . = 8.
— *b'*. . . . . = 3.

HOUILLE, Pl. 27.

Houille récente; *Nouvelle-Silésie.*

Jusqu'ici les exemples que nous avons considérés ont eu pour objet la formation ancienne de houille. Jetons un coup-d'œil sur d'autres dépôts de combustibles, qui sont reconnus pour être d'une formation récente, relativement à la première.

Fig. 20.

La pl. 27, *fig. 20*, présente un profil du terrain qui s'étend dans la Nouvelle-Silésie, depuis Tarnowitz à l'ouest, jusqu'à Pilica vers l'est. Ce nouveau terrain houiller paroît être borné au sud par Bendzin, et au nord par Sewierz, d'après les observations de feu M. Karsten, auquel nous devons ce profil.

On y distinguera ce qui suit:

A A, ancien terrain houiller auquel est superposé le calcaire C, que ce savant a désigné par le nom de *Alpenkalkstein* [calcaire des Alpes]; (Voyez *Mineralogische Tabellen*, pag. 81, Berlin, 1808.)

p, couches de minerais de plomb sulfuré et de zinc oxidé, au sein du calcaire C; c'est ce qu'on exploite à Tarnowitz: *p'*, recherches sur un gîte analogue de minerais;

J, *j*, calcaire que M. Karsten a désigné par le nom de *Jurakalkstein* [calcaire du Jura]; (*Ibid.* pag. 82).

n, couche de houille compacte *[pechkohle]* dans le calcaire récent, ou nouveau terrain houiller, superposé à l'ancien.

Coup-d'œil sur la Pl. 29, *par anticipation.*

Pl. 29.

La pl. 29, *fig. 14*, nous présente un autre exemple de la formation récente de la houille; cet exemple est tiré de la mine qu'on exploite à Entrevernes, à 1 lieue et $\frac{1}{2}$ de l'extrémité méridionale du lac d'Annecy et à 600 mètres au-dessus du niveau de ce lac. Considérons d'abord cette partie de la pl. 29; nous reviendrons plus tard sur les premières figures de cette même planche et sur la pl. 28, qui nous offrira un ensemble intéressant d'exploitation de la houille ancienne.

Renvoi de Pl. 28.

Entrevernes. Pl. 29, *Fig. 14.*

On voit, par la *fig. 14*, pl. 29, quelle est, à Entrevernes, la disposition de la couche de houille récente, ainsi que son inclinaison moyenne, lorsqu'elle est réglée. Cette couche se dirige du sud-ouest au nord-est: sa direction est reconnoissable sur une étendue de 1300 mètres et plus; son inclinaison est de 80 degrés vers le sud-est.

La houille est supportée par un calcaire compacte, bitumineux, coquillier; elle est recouverte par un grès quartzeux, quelquefois d'un blanc qui annonce sa pureté; le mur et le toit sont facilement altérables à l'air.

La puissance totale de la couche de houille est de 2 mètres, du mur au toit; mais, dans cet espace, elle se présente divisée en lits ou *bandes*, ainsi qu'il suit :

1, houille dite de première qualité, propre au service des forges, quoique brûlant avec une odeur sulfureuse et bitumineuse; l'épaisseur de cette bande est de . . . . . 0.m33.

2, houille dite de seconde qualité, moins collante et moins légère que la première, donnant plus d'odeur, et propre au service des verreries : l'épaisseur de cette bande, subdivisée en deux parties, est, pour la principale . . . . . 0. 25.

3, houille dite de troisième qualité, pesante et dure, brûlant difficilement, et cependant propre au service des fours à chaux. L'épaisseur de cette bande est de . . . . . 0. 24.

Entre ces 4 bandes, dont l'ensemble constitue la couche de houille d'Entrevernes, on observe les bandes suivantes :

a, terre bitumineuse, dont l'épaisseur est de . . . . . 0. 30.
b, terre *idem* . . . . . 0. 15.
c, terre *idem* . . . . . 0. 20.
d, terre calcaire bitumineuse . . . . . 0. 43.

TOTAL . . . . . 2. 00.

Cette couche remarquable offre de fréquentes variations d'allure, qui sont connues sous les noms d'étranglement et de brouillage. Tantôt la houille est remplacée, dans l'une des bandes *1*, *2*, *3*, par une terre noire et bitumineuse; tantôt toutes les bandes sont interrompues à-la-fois, et, au lieu de houille, le mineur ne trouve que des masses cunéiformes d'un calcaire bitumineux qui ressemble à la roche du mur; quelquefois la bande *3* n'offre plus qu'une pierre dure. Outre ces variations, la couche de houille en éprouve de notables dans sa direction et dans son inclinaison. L'exploitation de cette couche n'offrant rien de particulier,

HOUILLE, Pl. 29.

il nous suffira d'indiquer qu'elle s'opère au moyen de galeries pratiquées à différens niveaux sur le flanc des montagnes, suivant la direction générale de la couche. Ces galeries sont mises en communication par des puits intérieurs qui suivent l'inclinaison du gîte. Entre une galerie et celle qui se trouve immédiatement au-dessous d'elle, on divise l'espace à exploiter en tailles et en massifs, de manière qu'il offre un aspect analogue à celui de l'exploitation représentée par la *fig. 6* de cette même planche.

Environs de *Hamelu*. Pl. 29, *Fig. 15*.

La *fig. 15*, même planche, fait voir un autre gîte de houille au sein d'une roche calcaire. L'exemple en est tiré des mines de *Deister*, de *Süntel* et d'*Osterwald*, dont la position est indiquée sur la carte, pl. 1, non loin de Hameln dans le pays de Hanovre. M. Hausmann a fait une étude particulière de ce gîte intéressant; c'est d'après les observations de cet habile naturaliste, que nous allons essayer de le faire connoître.

La roche sur laquelle repose le dépôt houiller, est constamment un calcaire noirâtre ou gris, quelquefois jaunâtre, dans lequel on trouve des bancs interposés de calcaire fétide et d'oolithe à grains fins. Cette roche, qui constitue le mur, paroît se rapporter au calcaire coquillier *[muschelkalkstein]*. Au-dessus de ce calcaire, suit immédiatement un terrain houiller, que l'on doit appeler *nouveau*, relativement à la formation de houille qui se présente avec le grès ancien et dans l'argile schisteuse, c'est-à-dire, avec les premiers termes de la série des roches dites *stratiformes* ou *secondaires [flœtz gebirge]*.

La masse principale de ce nouveau terrain houiller est un grès récent *[quader sandstein]*; c'est dans cette roche que se présentent des couches de houille qui sont environnées d'argile schisteuse : le combustible qu'elles fournissent est propre à la forge et au chauffage. Le plus souvent, il se trouve au moins deux couches exploitables l'une au-dessus de l'autre; mais si l'on veut compter les couches non exploitables, leur nombre s'élève jusqu'à 12, comme par exemple à la mine de *Süntel*. Entre les couches de houille et les couches d'argile schisteuse qui les environnent, on trouve des lits de grès, de marne et d'argile, de calcaire fétide rempli de coquilles, de calcaire compacte avec des pétrifications, quoique rarement, et enfin, à la mine de Süntel, une couche de

spath pesant. Au-dessus des couches de houille, le grès renferme assez ordinairement une couche de minerai de fer argileux. HOUILLE, Pl. 29.

La roche qui s'appuie contre le terrain houiller et qui en constitue le toit, est un calcaire quelquefois abondant en coquilles *[muschelkalkstein]*; mais ordinairement, cette roche est séparée du grès récent par une vallée, tandis que le terrain houiller, et le terrain calcaire qui en constitue le mur, se présentent ensemble dans une même montagne.

D'après les faits qui viennent d'être exposés, il paroît que le calcaire coquillier *[muschelkalkstein]* et le grès récent *[quadersandstein]* signalent, dans la série des roches secondaires, une époque principale de formation, qui présente ses gîtes particuliers de houille, de même que, dans une époque antérieure, on voit, toujours au-dessous des roches précédentes, soit le grès ancien, dit grès des houillères *[aelterer sandstein]*; avec les dépôts de combustible qui l'accompagnent, soit le schiste cuivreux, avec le calcaire alpin et le gypse, constituer d'autres systèmes de roches, de formation très-distincte.

La *fig. 16* présente une coupe verticale du mont Meissner, situé à 7 lieues vers l'est de Cassel dans la Hesse. Nous avons déjà indiqué, dans le premier volume de la *Richesse minérale*, les principales circonstances du gisement des combustibles fossiles que renferme cette montagne célèbre. (*Voyez* tom. I.er, pag. 165.) Un coup-d'œil sur la *fig. 16* en donnera une idée plus précise; on y distingue, à partir du sommet de la montagne : LIGNITE, Pl. 29.

1.° Le toit, qui est une masse de basalte, d'une hauteur considérable; *Meissner, Fig. 16.*

2.° La masse de lignite, qui n'est séparée du basalte que par une bande mince d'argile durcie et bitumineuse, nommée *schwül* par les mineurs de cet endroit. L'épaisseur de cette bande varie d'un demi-pied à $\frac{3}{4}$ de toise, tandis que la puissance de la masse de lignite s'élève de 3 toises jusqu'à 11, et même davantage. En considérant cette masse de combustibles, depuis son toit jusqu'à son mur, on y reconnoît les variétés suivantes:

A la partie supérieure, sur une épaisseur qui varie d'un à quatre pieds, c'est un combustible noir, divisé en baguettes, désigné dans plusieurs ouvrages allemands par le nom de *stangenkohle* [houille scapiforme *ou* bacillaire].

LIGNITE, Pl. 29.

Vient ensuite, sur une épaisseur qui varie de 3 pieds à 2 toises et $\frac{1}{2}$, un combustible désigné par le nom de *glanzkohle* [houille éclatante]; puis au-dessous, on trouve, sur une épaisseur qui varie de 3 pouces à une demi-toise, un combustible désigné par le nom de *pechkohle* [houille piciforme].

Au-dessous de ces variétés *noires* dont la manière d'être a donné lieu à de savantes discussions, sur lesquelles il n'est pas de notre objet de revenir ici, se présente le *combustible brun*, qui est connu généralement sous le nom de *braunkohle* ou de *lignite* : dans sa partie supérieure, il est d'un noir brunâtre, sur une épaisseur de 3 à 4 pieds; puis, au-dessous, il est brun, sur une épaisseur qui varie de 4 à 8 toises : enfin, la portion inférieure de ce gîte de combustibles, celle qui repose immédiatement sur le mur, est un véritable bois qui n'est que foiblement pénétré de bitume; son épaisseur varie de 6 pouces à 4 pieds.

3.° Le mur de cette masse de combustibles est formé des substances suivantes :

a, couche de grès d'une couleur grisâtre, quelquefois un peu bitumineux : son épaisseur est de 3 pieds; ordinairement on trouve au-dessus une bande mince d'argile bitumineuse;

b, couche de sable meuble;

c, argile blanchâtre;

d, argile bleuâtre qui ressemble à l'argile schisteuse *[schieferthon]*;

e, couche de sable plus ou moins agglutiné, qui, dans sa partie inférieure, ressemble à un grès solide. Au-dessous de la couche *e*, un sable rouge constitue le pied de la montagne, du côté de l'est, tandis qu'à l'ouest c'est une roche calcaire qui forme sa base.

La *fig. 16* indique encore ce qui suit:

m m, une galerie d'airage pratiquée pour l'exploitation de la masse de lignite;

n n, une galerie d'écoulement, dite *Furbacher stollen*, qui se dirige, au-delà des limites de la *fig. 16*, vers le mur de la masse de lignite.

Département de l'*Aisne*, &c.

Le lignite, bois fossile bitumineux, se rencontre, sans recouvrement de basalte, dans une grande partie des terrains tertiaires ou d'alluvion qui sont situés au nord-est de Paris, jusqu'auprès des frontières de la France. C'est principalement dans les départemens de l'Aisne et de

l'Oise que ces gîtes sont multipliés, et qu'on les exploite avec activité.

LIGNITE, Pl. 29.

Voici quel est, en général, l'ordre de superposition des lits de diverses substances, à compter de la surface du terrain, dans les gîtes de lignite des départemens de l'Aisne et de l'Oise, d'après les observations de M. l'ingénieur des mines Lefroy :

	Épaisseur moyenne.
1.° Terre végétale	0^m32.
2.° Sable avec fragmens de grès	2. 00.
3.° Lignite décomposé, présentant l'aspect de la tourbe	0. 16.
4.° Argile siliceuse et calcaire, souvent feuilletée, quelquefois avec coquilles marines, bois carbonisé et pyrite de fer globuliforme	1. 66.
5.° Lignite, souvent pyriteux, quelquefois séparé en deux lits par une veine argileuse	0. 32.
6.° Argile comme 4.° ci-dessus	6. 00.
7.° Coquilles marines, bivalves, le plus souvent réunies par un ciment calcaire, quelquefois sans agrégation, et très-friables (lit nommé *grève*)	1. 32.
8.° Argile souvent très-feuilletée, dont la couleur offre différentes nuances de brun, de bleu et de vert, et qui contient quelquefois des coquilles marines, avec bois carbonisé et pyrite de fer globuliforme ou pulvérulente	1. 32.
9.° Lignite bitumineux et très-pyriteux, divisé en trois ou quatre lits, par deux ou trois veines d'argile bitumineuse et pyriteuse, dont l'épaisseur totale n'est que de 0^m,48	2. 00.
10.° Argile schisteuse, noirâtre, décomposée, renfermant une petite veine de pyrite de fer	0. 12.
11.° Argile bleuâtre ou grise	1. 05.
12.° Argile blanche très-pure, contenant quelquefois de la pyrite de fer	1. 00.
13.° Argile, comme 11.° ci-dessus	1. 32.
TOTAL d'épaisseur, en mètres	18. 59.

14.° Calcaire coquillier qui supporte le tout.

ASPHALTE, Pl. 29.

Après avoir considéré diverses exploitations de combustibles fossiles, il ne sera pas hors de propos de jeter un coup-d'œil sur le gisement de l'asphalte, dont l'emploi économique n'est à la vérité pas le même, mais que la minéralogie range dans la même classe.

Il existe, en France, deux mines de ce genre, dont les produits remplacent avantageusement, tantôt le goudron pour les besoins des ports de mer et en général pour l'entretien des machines, tantôt l'huile de poisson dans la préparation des cuirs. (Voy. *Richesse minérale*, tom. I.er, pag. 405). On exploite la même substance en plusieurs autres lieux, dont il sera fait mention dans ce qui doit suivre.

Département de l'*Ain*, *Fig.* 17.

Les *fig.* 17 et 17 *bis* présentent deux coupes verticales du gisement d'asphalte qu'on exploite à la mine dite *du Parc*, à Surjoux, canton de Seyssel, dans l'arrondissement de Nantua, département de l'Ain. La *fig.* 17 *bis* est une coupe faite parallèlement à la coupe principale *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, mais à quelques minutes de chemin plus bas, en suivant le cours du Rhône.

La montagne qui renferme ce gîte d'asphalte est formée d'un calcaire compacte coquillier, dans lequel se présentent les couches suivantes, d'après les observations de M. l'ingénieur des mines Charbaut:

aa, couche de sable, imprégnée d'asphalte, recouverte par une espèce de grès ou de sable agglutiné;

bb, *cc*, *dd*, *ee*, couches de calcaire imprégné d'asphalte;

ff, *gg*, *h*, couches de sable imprégné d'asphalte, renfermant une très-grande quantité de fragmens arrondis de quartz-silex, et de calcaire compacte.

Sur la pente *j*, *b*, *c*, *d*, *k*, *e* de la *fig.* 17, on n'aperçoit que des affleuremens de calcaire imprégné d'asphalte et de calcaire compacte, tandis que, sur la pente *fg* de la *fig.* 17 *bis*, ce n'est, sur une hauteur de plus de 20 mètres, que du sable asphaltique, dans lequel on distingue les deux couches *ff*, *gg*; elles ressemblent à des couches de galets peu consistans. Les couches de calcaire, et celles de sable imprégné d'asphalte qui leur sont superposées, se montrent au jour sur une étendue de plusieurs lieues.

La couche *aa* est la seule qui ait été exploitée par travaux souterrains;

on y avoit pratiqué une galerie de plus de mille mètres de longueur, qu'on a abandonnée pour exploiter une autre couche, à peu de distance de la première. ASPHALTE, Pl. 29.

La couche *dd*, qui a au moins 6 mètres de puissance, est exploitée à ciel ouvert.

On voit, par ce qui précède, que cette exploitation fournit deux sortes de minerai, qui sont le sable agglutiné et le calcaire compacte, l'un et l'autre imprégnés d'asphalte. Le premier, agité dans une chaudière remplie d'eau chaude, abandonne un goudron qui surnage, et qu'on recueille avec une écumoire; le second, soumis à l'action de la chaleur dans un appareil distillatoire, fournit une huile. Ces deux produits sont quelquefois livrés au commerce en cet état, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus; mais le plus souvent, les marchandises que fournit cet établissement sont des graisses minérales, composées, en été, de 9 parties de goudron sur 3 d'huile, et en hiver, de 12 parties de goudron sur 6 d'huile, le tout provenant de l'asphalte. On vend aussi une espèce de mastic qui est composé de calcaire asphaltique, pilé et mélangé avec 14 à 18 centièmes de goudron.

Les diverses opérations que subissent les minerais s'exécutent dans les usines *j* et *k*. L'usine *j* n'est indiquée, sur la *fig. 17*, que par sa projection, étant située à une demi-lieue de l'usine *k* dans le sens perpendiculaire à la coupe.

Le gisement de l'asphalte, que nous venons de considérer, présente une analogie remarquable avec celui de la mine du même genre, qu'on exploite, depuis l'année 1785, à *Bechelbrunne*, commune de Lampertsloch, à trois lieues de Weissembourg, dans le département du Bas-Rhin, et à ce qu'il paroît aussi avec celui de la mine qu'on exploite depuis deux siècles, en Syrie, aux environs d'Hasbeia. Gîtes analogues.

A Lampertsloch, la mine est exploitée à une profondeur d'environ 150 pieds, dans une couche de sable brun, chargé d'asphalte, qui en contient environ 10 pour 100. Cette couche asphaltique est déposée au sein d'un calcaire coquillier; elle est parallèle et supérieure à une couche de combustible brunâtre, qui est située à Sultz, non loin de là, qui paroît être un *lignite*, et qui est elle-même imprégnée d'asphalte. Le

ASPHALTE, Pl. 29.

gîte d'asphalte ne seroit-il pas le produit d'une distillation naturelle de ces mêmes bois dont l'accumulation a constitué le gîte de lignite?

Auprès de Hasbeia en Syrie, l'asphalte est aussi exploité sur la pente d'une montagne calcaire. (Voyez *Richesse minérale*, tome I.er, page 226.) On exploite encore l'asphalte à Travers, dans le pays de Neuchâtel en Suisse.

Plusieurs endroits du département du Puy-de-Dôme, aux environs de Clermont, tels que le puy de la Pége ou de la Poix, le puy de Crouelle, &c. paroissent recéler des gîtes de minerai asphaltique, susceptibles de donner lieu à une exploitation utile.

TROISIÈME SECTION.

Exploitation des couches de Houille.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Considérations générales.

L'inclinaison et la puissance des couches, en général, sont les circonstances qui influent le plus sur la manière de les exploiter; c'est de là sur-tout que dépend une disposition convenable des puits, des galeries et des ateliers d'arrachement, en un mot la forme des travaux: mais ces circonstances essentielles ne sont pas les seuls objets à considérer, quand il s'agit de choisir, pour un dépôt de houille, le mode d'exploitation le plus avantageux; il faut encore avoir égard au nombre de couches qu'on peut se proposer d'exploiter en même temps, à la profondeur où elles se présentent, aux épaisseurs plus ou moins considérables de roches qui les séparent les unes des autres, et qui recouvrent quelquefois leur ensemble, au plus ou moins de consistance de ces roches et de la houille elle-même, à la fréquence, à l'étendue et à la nature des accidens ou dérangemens auxquels sont sujettes les couches de ce combustible, aux difficultés que présentent l'épuisement des eaux, l'airage et l'extraction des matières au jour, aux ressources que les localités peuvent offrir ou refuser, tant pour ces travaux que pour le remblaiement, le boisage ou le muraillement des espaces excavés, au degré de célérité avec lequel il peut être à propos de conduire l'exploitation, d'après les circonstances naturelles, et d'après les circonstances du débit, qui ne sont pas toujours les mêmes, à la détermination du point par lequel il convient de faire

sortir la houille des mines, pour la livrer au commerce : enfin, il faut avoir égard au volume sous lequel il est le plus avantageux d'obtenir le combustible. EXPLOITAT de la Houil Pl. 25 à 30, 4

Tant d'élémens variables ne permettroient pas de poser de prime abord des règles générales qui fussent applicables, dans tous les cas, aux détails d'une exploitation quelconque de houille; mais pour tâcher d'atteindre ce but,

1.° Nous jetterons un coup-d'œil général sur un ensemble de mines de houille;

2.° Nous exposerons les diverses formes de travaux auxquelles donne lieu l'exploitation des couches en général, et particulièrement des couches de houille;

3.° Nous indiquerons à quel cas d'inclinaison et de puissance des couches de houille convient chacune de ces formes de travaux;

4.° Nous essaierons de faire sentir, par des exemples, l'application des règles générales, et les modifications dont elles sont susceptibles d'après les localités.

1.° *Coup-d'œil général sur les Mines de houille du pays de la Marck.*

On a déjà vu, d'une manière générale, ce qui concerne les travaux préparatoires, tels que puits et galeries, à l'aide desquels il convient, dans toute espèce de mine, de commencer par diviser le gîte exploitable, ou du moins une partie suffisante de ce gîte, en un certain nombre d'espaces ou *champs d'exploitation*. Considérons, à cet égard, les mines du pays de la Marck, dont le gisement a été exposé ci-dessus (pl. 24). Les localités de ce pays offrent aux mineurs une variété instructive. 1.° Ensemb mines; exem

Comme les nombreuses mines de cette contrée ne sont pas encore parvenues au-delà d'une profondeur de 30 à 40 toises, leur exemple est propre à faire voir comment il convient de procéder, dès l'origine d'une exploitation de houille, quand on peut arriver au terrain houiller sans avoir de grandes difficultés à vaincre; on sait que des premières dispositions dépend souvent le sort futur d'une entreprise. Travaux p ratoires.

Dans le pays de la Marck, lorsque la manière d'être des montagnes le permet, on commence par pratiquer des galeries d'écoulement dans la Galeries

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

houille même, suivant la direction des couches ; cependant si l'on peut, par le moyen d'une seule et même galerie, traverser un grand nombre de couches, on préfère la percer perpendiculairement à la direction de leur ensemble.

Quand une telle galerie sert en même temps pour l'extraction, le lit des eaux est ordinairement rejeté sur l'un des côtés du sol, ce qui, entre autres avantages, offre celui de faciliter l'approfondissement ultérieur des travaux.

Les galeries d'alongement varient de position et de hauteur, d'après l'inclinaison et la puissance des couches de houille dans lesquelles on les pratique, d'après les moyens employés pour le roulage, et d'après la solidité du toit et du mur.

En pratiquant une telle galerie, il est bon de ménager, à sa partie inférieure, dans l'angle plan que forme le sol de la galerie, soit avec le mur de la couche, soit avec le toit, suivant les localités, un espace que l'on recouvre, sur toute la longueur de la galerie, avec des pièces de bois, d'un pied et demi à deux pieds de longueur, placées côte à côte, de manière que l'extrémité inférieure de chaque pièce repose sur le sol, et l'extrémité supérieure s'appuie contre la paroi latérale de la galerie.

Le vide intérieur d'un tel espace présente la forme d'un prisme triangulaire. Ce conduit, abrité ainsi que nous l'avons vu, est utile tantôt pour l'airage, tantôt pour l'écoulement des eaux ; il devient d'un grand secours dans les parties abandonnées ; par exemple, lorsqu'on est obligé d'exploiter une couche de houille de haut en bas, c'est par ce vide, ménagé dans une galerie d'alongement supérieure, que l'on favorise la circulation de l'air vers une taille inférieure : d'un autre côté, quand une galerie d'alongement, pratiquée au niveau le plus bas des travaux, doit en même temps faire l'office d'une galerie d'écoulement, ce qui a lieu sur-tout à l'égard des couches inclinées d'un grand nombre de degrés, ce conduit abrité devient, avec économie, le lit des eaux *(la cunette)*, qu'il seroit nécessaire, sans lui, de recouvrir d'un muraillement.

C'est sur-tout quand plusieurs couches inclinées d'un grand nombre de degrés se succèdent parallèlement les unes aux autres, dans la même exploitation, et ayant toutes des eaux à évacuer, qu'il est avantageux de

ménager, sur chacune d'elles, dans la galerie d'alongement inférieure, un tel conduit abrité qui porte les eaux, soit au jour, soit dans une galerie commune d'écoulement.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Puits.

Les puits sont ou verticaux, ou inclinés, ou foncés suivant une ligne brisée : pour les couches de houille dont l'inclinaison est de quinze degrés et au-dessous, ils sont verticaux et foncés dans la roche, au toit; quand les couches ont plus de quinze degrés d'inclinaison, on fonce quelquefois des puits inclinés comme la couche, en suivant la houille, parce qu'au-delà de cette pente la tonne d'extraction ne s'arrête pas en descendant sur le plan incliné du mur de la couche, et parce que les cordes des tonnes ne souffrent pas trop par le frottement.

Si la couche à exploiter n'a pas d'affleurement au jour, ou si elle est déjà épuisée dans sa partie supérieure, enfin si le point auquel il faut parvenir, pour établir les ouvrages d'arrachement, est recouvert d'une forte épaisseur de terrain, on fonce le puits verticalement au toit de la couche, jusqu'à ce qu'il ait atteint le point déterminé à partir duquel on peut, ou suivre l'inclinaison de la couche, ou bien la traverser, en approfondissant le puits, et ensuite recouper tout le système de couches par une galerie transversale.

Cas à distinguer.

Dans la disposition générale des travaux préparatoires, il est à propos de distinguer :

1.° Le cas où les couches ont une inclinaison qui n'excède pas trente degrés (couches *planantes* ou *plats*);

2.° Le cas où les couches sont inclinées d'un plus grand nombre de degrés (couches *plongeantes* ou *droits*).

Dans le premier cas, on prend sur-tout en considération la puissance des couches. Si elle n'est que de 20 à 30 pouces, la règle générale, dans le pays de la Marck, est que, sur de telles couches planantes, il convient d'établir l'extraction au jour par puits et non par galeries, à moins que le terrain ne présente à l'extérieur des facilités peu communes pour ce dernier mode, ou bien à moins qu'il ne s'agisse d'exploiter à-la-fois un grand nombre de couches parallèles, et susceptibles, vu leur inclinaison, d'être traversées toutes par une galerie perpendiculaire à leur direction.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

Si la puissance excède 30 pouces, et si les autres circonstances locales le permettent, il est en général plus avantageux d'établir une galerie d'extraction dans la couche, sur-tout lorsqu'elle est très-puissante : on peut alors employer des chariots de transport, d'une capacité considérable; et s'il le faut, on entaille le mur pour faciliter leur passage.

Dans le second cas ci-dessus, c'est-à-dire, quand il s'agit de couches plongeantes, on n'a égard à la puissance des couches, pour ce qui concerne le mode d'extraction, que par l'emploi de tonnes d'une capacité d'autant plus grande, que les couches sont plus puissantes. Dans ce cas, on extrait la houille presque généralement par des puits, comme nous l'avons indiqué ci-dessus : ces puits sont situés, suivant la direction de la couche, de manière que la distance entre deux puits soit au moins de 200 mètres, et au plus de 360 à 400; si on les plaçoit plus rapprochés, il en coûteroit plus pour leur percement qu'il n'en coûte pour prolonger le roulage dans les galeries ; et d'ailleurs le roulage iroit plus vîte que l'extraction au jour : s'il y avoit plus de distance entre les puits, le roulage intérieur deviendroit trop lent, trop coûteux, et l'extraction au jour languiroit en l'attendant, outre que l'airage pourroit en souffrir. C'est de l'accord qui doit régner entre ces différentes parties de l'exploitation, que dépend la détermination de l'emplacement des puits; bien entendu qu'il faut, en même temps, avoir égard aux localités.

Quand il s'agit d'exploiter à-la-fois plusieurs couches peu éloignées les unes des autres, et faciles à mettre en communication par le moyen d'une galerie de traverse, on emploie souvent, comme galerie d'extraction au jour, une galerie d'alongement pratiquée sur l'une d'elles, au point le plus bas possible; cette galerie, étant boisée ou muraillée, peut faire en même temps l'office de galerie d'écoulement. Une telle galerie dispense de percer des puits, dans le pays de la Marck, parce que le terrain y présente des différences de niveau considérables, dont le mineur ne manque pas de profiter.

Ensemble de couches.

Revenons au cas des couches planantes, et considérons un ensemble de telles couches : le plus souvent on les traverse toutes par un puits vertical qui aboutit sur une galerie d'alongement pratiquée au point le plus bas des travaux. Après qu'on a pourvu à l'écoulement des eaux, par

une galerie qui parcourt les couches à exploiter, il s'agit de déterminer sur laquelle des couches traversées verticalement par le puits, on établira d'abord l'arrachement de la houille. Cette détermination dépend de la consistance du mur et du toit des couches, en même temps que de l'épaisseur et de la consistance des roches qui séparent une couche de l'autre.

EXPLOITATION de la Houille, PL. 25 à 30, 41 *ter*.

Si l'on a lieu de craindre que le mur de la couche supérieure ne soit sujet à l'éboulement, on commence par exploiter cette couche, pour descendre ensuite vers les autres; mais s'il se trouve, entre une couche et celle qui est située immédiatement au-dessous, une épaisseur de roches assez considérable pour écarter toute crainte d'éboulement, on commence par la couche inférieure, et l'on s'élève ensuite vers les autres. Dans tous les cas, il est essentiel d'observer aussi la solidité du toit; quand elle est satisfaisante, on établit, sur la couche à exploiter, des ateliers d'arrachement, dont les *fig. 4* et *6* (pl. 29) indiquent la disposition, et que nous considérerons plus tard, sous le nom d'*ouvrage par massifs longs*. Dans ce genre d'ouvrage, les tailles pratiquées au sein de la houille ont communément 4 à 5 toises de large, et la largeur des massifs ménagés entre elles varie de 3 à 6 toises, suivant que la consistance du toit et de la houille offre plus ou moins de sécurité. En général, la largeur des massifs croît en raison inverse de la consistance du toit, et la largeur des tailles en raison directe de cette même consistance.

Ouvrage dans une couche.

C'est d'après ces considérations qu'on adopte assez généralement les dimensions qui viennent d'être indiquées, pour les massifs et les tailles dans les couches *planantes* dont la puissance n'excède pas 30 pouces; mais pour celles qui sont plus puissantes, toutes choses égales d'ailleurs, on donne moins de largeur aux tailles et aux massifs; aux tailles, afin de ne pas pratiquer une excavation trop vaste qui, vu la puissance de la couche, exigeroit des bois d'étançonnage de grandes dimensions; aux massifs, afin de ne pas trop diminuer la quantité d'extraction que doit fournir un certain espace dans un certain temps.

Cependant, quelle que soit la puissance des couches, on ne donne pas, dans le pays de la Marck, moins d'une toise un quart de largeur, tant aux massifs qu'aux tailles.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1.° *Ouvrage par grandes tailles ;*
2.° ——— *par massifs ;*
3.° ——— *par gradins.*

Une courte explication fera comprendre ces dénominations, qu'il nous sera permis de proposer pour plus de clarté.

Ouvrage par grandes tailles.

L'*ouvrage par grandes tailles* présente l'image d'un vaste corridor pratiqué dans la houille, soit parallèlement à la direction, ou bien à l'inclinaison de la couche, si cette dernière est presque horizontale, soit suivant une ligne intermédiaire entre la direction et l'inclinaison, si la couche est inclinée de 20 à 45 degrés; passé cette dernière limite, on n'emploie pas cet ouvrage. Voici quelle est, en général, la forme des travaux : ils sont représentés par les *fig. 1* et *2* de la pl. 26, et *fig. 1* et *2* de la pl. 29 ; quelques détails à ce sujet faciliteront l'intelligence des autres ouvrages, dont la disposition générale est moins simple, mais dans lesquels l'arrachement de la houille s'exécute toujours par des procédés analogues.

Pl. 26 et 29, *Fig.* 1 et 2.

La direction que doit avoir une grande taille étant déterminée d'après les considérations indiquées ci-dessus, plusieurs voies, à peu-près perpendiculaires à cette direction, s'étendent sur le plan de la couche ; ces voies sont ménagées dans l'espace déjà remblayé, d'où la houille a été extraite précédemment par les moyens qui vont être exposés.

Chacune de ces voies aboutit, par l'une de ses extrémités, à la grande taille, et, par l'autre, à une galerie commune de roulage, qui conduit vers le lieu d'extraction au jour. En face de la grande taille, qui présente quelquefois une longueur de 150 mètres, et qui a pour hauteur la puissance de la couche, sont placés les mineurs, répartis en nombre suffisant sur toute la longueur de l'espace à exploiter : le dos tourné vers la partie remblayée, ils pratiquent avec le pic, sur toute la longueur de la taille, et au mur de la couche, une entaille de quelques pouces de hauteur, et dont la profondeur est le plus ordinairement de 3 pieds ; cette opération se nomme *havage.*

A chacune des extrémités de la taille, on pratique ensuite verticalement une entaille dans la houille, sur toute l'épaisseur de la couche, en lui donnant une profondeur égale à celle du *havage.* Par ce moyen,

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

un énorme parallélipipède de houille, qui a pour base la surface de havage, et pour hauteur la puissance de la couche, se trouve dégagé sur quatre de ses faces, et il n'adhère plus au corps de la couche que par le toit et par le côté opposé au front de la taille.

Pour abattre ce massif, on chasse, de distance en distance, des coins entre le toit et la couche : il en résulte que le massif entier tombe dans l'espace libre de l'atelier.

On obtient, de cette manière, des quartiers de houille d'un volume considérable. C'est un avantage d'autant plus important, que la houille doit être envoyée plus loin. Cet avantage n'est pas le seul que présente un tel mode d'exploitation, quand les localités permettent de l'employer. En bornant à deux le nombre des entailles verticales qu'on pratique sur une étendue considérable, on économise beaucoup de temps et de main-d'œuvre; de plus, on fait agir le poids de la houille pour l'arracher de la couche. On obtient ainsi moins de houille menue que dans les autres ouvrages, qui, sur une égale étendue, exigent un plus grand nombre d'entailles verticales. On emploie moins de moyens d'étançonnage que dans les travaux où les tailles ne sont pas toutes sur une ligne droite. Il faut, pour ce mode d'exploitation, un toit qui soit solide et une houille qui ait de la consistance.

A mesure que les ouvriers chargés du roulage débarrassent la taille du combustible obtenu, les mineurs, pour continuer à s'avancer sur la couche, parallèlement à leur première disposition, placent les déblais derrière eux, en ménageant le prolongement des voies de roulage : ils rapprochent les étais du front actuel de la taille, après quoi ils attaquent un nouveau parallélipipède de houille qu'ils obtiennent de la même manière que le premier, et ainsi de suite.

Ouvrage par massifs.

L'*ouvrage par massifs*, dont nous avons déjà pris une idée par l'inspection des *fig. 4* et *6*, pl. 29, peut être subdivisé ainsi qu'il suit :

Ouvrage par *massifs longs*. (Voyez *fig. 3, 4, 6, 8* et *13*, pl. 29.)

——— par *massifs courts*. (Voyez *fig. 2*, pl. 28, et *fig.* B, pl. 41 *ter*.

——— par *massifs droits*, semblables à des cloisons verticales, comme on a proposé d'en ménager pour l'exploitation des masses de houille. (Voyez *Journal des Mines, Mémoire de M. Baillet de Belloy.*)

Comme ce dernier ouvrage, analogue à celui qui est connu sous le nom d'*ouvrage en travers*, dans l'exploitation des gîtes puissans de minerais, n'a pas encore été pratiqué en grand pour l'exploitation de la houille; nous nous bornerons à le rappeler en peu de mots, après avoir considéré les autres. EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Dans l'ouvrage par *massifs longs*, les tailles, et par conséquent les massifs de combustible ménagés entre elles, sont ou parallèles à la direction de la couche, si elle est inclinée, ce qui est le cas le plus fréquent, ou pratiquées, soit en montant, soit en descendant, suivant l'inclinaison, si elle est très-peu considérable, et quand d'ailleurs les circonstances locales nécessitent cette disposition; ou bien, enfin, les tailles et massifs suivent une ligne intermédiaire entre la direction et l'inclinaison. On pourra comparer, à cet égard, les *fig. 3, 8* et *13* de la pl. 29, sur l'explication de laquelle nous reviendrons plus tard. Massifs longs.

L'ouvrage par *massifs courts* comprend plusieurs cas distincts: tantôt on pratique des tailles préparatoires, parallèlement à la direction de la couche de houille, et ensuite on exploite chacun des massifs longs, qui sont ménagés entre elles, par des tailles courtes qui montent sur l'inclinaison peu considérable de la couche, tailles au moyen desquelles chacun des massifs longs est, pour ainsi dire, *débité* en massifs courts; c'est ce que nous verrons plus tard, par un exemple tiré de la Silésie (*voyez* pl. 28); tantôt, à partir d'une première galerie horizontale, qui est pratiquée suivant la direction d'une couche de houille peu inclinée, on perce, dans le combustible, des voies ou tailles qui font un certain angle convenable avec la première galerie, et qui sont parallèles entre elles; ensuite, on traverse toutes ces tailles par d'autres voies qui les coupent à angle droit; il reste ainsi, entre les tailles ou voies pratiquées dans les deux sens, des massifs courts ou piliers de houille, que l'on enlève successivement. Nous considérerons cette disposition avec plus de détails, d'après un exemple tiré des mines de Newcastle en Angleterre. (*Voyez* pl. 41 *ter*, supplément à l'exploitation de la houille, *fig.* B.) Massifs courts.

Quelquefois, une partie des massifs courts est réservée pour soutenir le toit; alors ces massifs ou piliers présentent, en plan, une sorte d'échi-

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Massifs droits.

quier ou de quinconce. On exploite ainsi des couches peu inclinées, en plusieurs endroits du midi de la France, et en Irlande.

L'ouvrage par massifs droits est celui qui a été proposé pour l'exploitation de certaines couches de houille, que leur forte épaisseur permet d'assimiler à des masses : il consisteroit, 1.° à pratiquer, au mur de la masse, et à la plus grande profondeur possible, une galerie d'alongement, de laquelle partiroient de larges galeries de traverse, dirigées vers le toit, et laissant entre elles des massifs dont l'épaisseur seroit d'autant plus grande, que la houille auroit moins de solidité; 2.° à remplacer, par des remblais, la houille obtenue de chacune de ces galeries; 3.° à établir ensuite, en remontant, et successivement, de nouveaux étages ou niveaux d'exploitation, disposés en tout comme le premier, de manière que les massifs et les espaces remblayés de chacun de ces étages correspondissent parfaitement aux ouvrages semblables d'un étage inférieur, et de manière qu'entre les massifs il ne restât aucune portion inexploitée de la couche. (*Voyez* une disposition analogue, pl. 21, *fig. 11 à 13*).

D'après cet aperçu, il est facile de concevoir qu'à mesure que les étages se succéderoient, les massifs réservés ou *massifs droits* s'éleveroient comme d'épaisses cloisons: ainsi, quand l'exploitation seroit poussée jusqu'au dernier étage, c'est-à-dire, parvenue à la partie supérieure de la masse, l'ouvrage entier seroit composé de tranches alternatives de remblais et de houille. Lorsque les travaux en seroient à ce point, les remblais étant suffisamment tassés, on pourroit reprendre les massifs par un procédé analogue à celui que nous avons indiqué pour la première période de l'exploitation.

Si la masse offroit assez de résistance, les massifs réservés pourroient être recoupés, à chaque niveau, par des galeries d'alongement, et réduits ainsi à de simples piliers, ou même les massifs pourroient être enlevés totalement par un *ouvrage en travers*. (Voyez *Journal des Mines*, n.° 43, pag. 507 *et suiv.*)

Telle est la méthode que M. Baillet de Belloy a proposée pour l'exploitation de la masse de houille du Creuzot, dont le gisement remarquable est représenté par la *fig. 9* de la pl. 27. Il est à regretter que, pendant long-temps, au lieu d'employer la méthode des *massifs droits*, on se soit

borné à exploiter cette mine par plusieurs étages de galeries ou tailles, dont chacune avoit 2 mètres de hauteur, et se trouvoit à trois mètres de l'étage immédiatement inférieur ou supérieur. Ce mode vicieux est une modification de l'ouvrage par massifs longs, qui n'est pas convenable pour une telle masse ; il a causé la perte des $\frac{11}{15}$ environ de la houille que pouvoit produire la partie de la couche à laquelle il a été appliqué, tandis que, par la méthode des massifs droits, il paroît qu'on pourroit obtenir la totalité. Mais ce n'est pas le lieu de nous arrêter à déplorer cette perte énorme de combustible ; bornons-nous à remarquer que l'exploitation des couches très-puissantes de houille présente les plus grandes difficultés, et qu'en général on y procède, jusqu'à présent, par des méthodes qui se rapportent à celle que nous avons nommée exploitation par *massifs longs*, quelquefois à l'exploitation par *massifs courts*, mais presque toujours en sacrifiant une portion plus ou moins considérable de la houille.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41, *ter*.

C'est ainsi, par exemple, que dans les mines du département de la Loire, où il n'est pas rare qu'une couche de houille ait jusqu'à 12 et même 20 pieds de puissance, on exploite, à partir d'une galerie d'alongement préalablement établie, en perçant des galeries, suivant les fissures naturelles de la houille, soit en montant, soit en descendant sur la couche, et en poussant des tailles, de part et d'autre de ces galeries, perpendiculairement à leur direction. On reprend ensuite ce que l'on peut des massifs ou piliers laissés entre les tailles ; mais, par un effet naturel de la longue pression que ces massifs ont éprouvée, et de l'action que l'air a exercée sur eux, en les frappant de toutes parts, ils ne produisent guère que de la houille menue, dont la valeur est à-peu-près nulle sur la plupart des mines de ce pays. Nous verrons plus tard qu'en Silésie on exploite une couche puissante de houille qui est presque horizontale, en n'attaquant d'abord que sa partie supérieure, au moyen d'un ouvrage par massifs longs. (*Voyez* pl. 30.)

L'ouvrage par gradins présente :

Ouvrage par gradins.

Soit des *gradins renversés*, c'est-à-dire, l'image d'un escalier dont les marches seroient vues par-dessous (voyez *fig. 10* et *11*, pl. 29) ;

Soit des *gradins couchés*, dont le front, ou le lieu d'entaillement, est

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

ordinairement parallèle à l'inclinaison de la couche, mais quelquefois parallèle à la direction, si l'inclinaison est peu considérable. (Voyez *fig. 5*, pl. 26, et *fig. 12*, pl. 29; *voyez* aussi pl. 41 *ter*, supplément à l'exploitation de la houille, *fig.* A.)

Nous verrons, par les exemples, comment ces ouvrages sont modifiés dans les mines des environs de Mons et de Valenciennes, ainsi que dans celles du Yorckshire en Angleterre.

3.° *Application des diverses formes de Travaux aux divers cas de Gisement.*

3.° Divers cas et modes.

Considérons maintenant l'application des ouvrages exposés ci-dessus, aux différens degrés d'inclinaison et aux différentes puissances des couches de houille, sauf les modifications qui peuvent résulter des circonstances que nous avons énoncées en commençant.

1.er Cas de gisement.

Les couches inclinées de 0 à 20 degrés peuvent être exploitées, toutes choses égales d'ailleurs, par les divers modes ci-après :

1.° Par grandes tailles parallèles, soit à la direction, soit à l'inclinaison, soit à une ligne intermédiaire, suivant les localités; (Pl. 26, *fig. 1* et *2*; pl. 29, *fig. 1* et 2.)

2.° Par massifs longs, parallèles aux mêmes lignes que ci-dessus, avec des voies qui peuvent monter sur l'inclinaison, si les massifs sont parallèles à la direction; (Pl. 29, *fig. 4, 5, 8, 9* et *13*.)

3.° Par massifs courts, soit proprement dits, soit en échiquier; (*Voyez* ci-dessus, et pl. 28, *fig. 3*, ainsi que pl. 41 *ter*, *fig.* B.)

4.° Par gradins couchés. (Pl. 26, *fig. 5*, et pl. 29, *fig. 12*, ainsi que pl. 41 *ter*, *fig.* A.)

Comparaison des modes.

Nous avons déjà indiqué les conditions qu'exige l'emploi du premier mode : ses avantages sont, la promptitude, l'économie, la facilité d'obtenir la houille en blocs d'un volume considérable, la facilité de surveiller et d'éclairer les ouvriers.

Le second mode est, en général, plus sûr; il convient aux limites les plus ordinaires de la puissance des couches exploitées, limites qu'on peut fixer entre 2 et 6 pieds.

Le troisième mode, dans le même cas, exige un toit plus solide que le précédent, parce que l'espace excavé est ordinairement plus vaste entre les massifs courts; il facilite moins l'airage spontané, parce que le courant d'air n'est pas aussi bien déterminé à suivre des espaces qui sont en communication de tous côtés les uns avec les autres; mais on remédie à cet inconvénient par de bonnes dispositions. (*Voyez* pl. 41 *ter*, Newcastle.) Enfin, ce mode présente quelquefois d'autres inconvéniens qu'il seroit trop long de détailler ici, tels que celui d'être conduit de haut en bas : c'est ce qu'un exemple expliquera mieux par la suite. (*Voyez* pl. 28.) Mais ce mode, qui doit souvent céder l'avantage au second, pour l'exploitation des couches dont la puissance est entre 2 et 6 pieds, paroît l'emporter sur lui, quand la puissance excède cette dernière limite : il faut seulement alors que les couches peu inclinées que nous considérons ici, soient recouvertes d'une épaisseur de terrain assez considérable pour qu'on n'ait pas à craindre les éboulemens de la surface; car le principal mérite de l'ouvrage par massifs courts, ainsi que nous le verrons, est de permettre d'abandonner bientôt à un affaissement spontané les espaces où l'arrachement de la houille a déjà eu lieu, ce qui dispense d'un entretien coûteux, et accélère considérablement l'exploitation.

EXPLOITATION de la Houille. Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

L'ouvrage par gradins couchés offre le même avantage à l'égard des couches peu puissantes, c'est-à-dire, au-dessous de 2 pieds; il convient mieux pour elles, toutes choses égales d'ailleurs, que l'ouvrage par massifs longs, et cela par les mêmes motifs d'économie et de promptitude qui, dans les couches puissantes, doivent faire préférer l'ouvrage par massifs courts : mais l'ouvrage par gradins couchés exige que le toit et la houille soient solides; il convient peu lorsque les couches présentent de fréquens dérangemens, qui s'opposeroient à son exécution symétrique. Au contraire, dans les couches bien réglées, il a, sur l'ouvrage par massifs longs, cet avantage essentiel, que la houille, avant le travail d'arrachement, se présente déjà au mineur dégagée sur deux faces, ainsi qu'on peut le voir par la disposition représentée *fig. 5*, pl. 26. Ce même mode permet de placer un plus grand nombre d'ouvriers entre deux points donnés, qu'on ne pourroit en établir sur une grande taille menée en ligne droite de l'un à l'autre point.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

Quand les couches ainsi exploitées sont très-minces, les ouvriers distribués sur les gradins travaillent couchés sur le côté : c'est ce qu'on nomme l'ouvrage à col tordu *[krummhœlser arbeit]*, dont il a déjà été question pl. 23 ; mais cette dénomination, tirée de la position pénible de l'ouvrier, ne caractérise pas exclusivement la forme de travaux que nous avons appelée ouvrage *par gradins couchés ;* car l'ouvrier travaille quelquefois de même dans l'ouvrage par massifs longs, quand cet ouvrage est appliqué à des couches minces. Au reste, on sentira facilement que, si dans une exploitation il se trouve des couches nombreuses pour lesquelles un des modes comparés ci-dessus soit reconnu préférable aux autres, il peut être avantageux, pour l'uniformité et l'ensemble des travaux, que ce mode soit rendu commun à toutes les couches dont l'inclinaison est à-peu-près la même, quelque différentes que soient leurs puissances et les autres circonstances de leur gisement : c'est ainsi, par exemple, qu'aux mines d'Anzin près Valenciennes, tous les ateliers d'arrachement sont disposés par gradins couchés ou renversés, tandis que, dans le pays de la Marck, ils le sont tous par massifs longs.

2.e Cas de gisement.

Lorsque l'inclinaison des couches s'élève de 20 à 45 degrés, elles peuvent être exploitées :

1.° Par massifs longs, parallèles à la direction, avec des voies de roulage qui soient intermédiaires, ou non, entre la direction et l'inclinaison ; (*Voyez* pl. 29, *fig. 3, 6* et *7.*)

2.° Par gradins couchés dont le front, ou lieu d'entaillement, soit parallèle à la ligne d'inclinaison de la couche ; (*Voyez* pl. 29, *fig. 10* et *11.*)

3.° Par grandes tailles, menées suivant une ligne intermédiaire entre la direction et l'inclinaison ; (Pl. 26, *fig. 1* et *2.*)

Les motifs de préférence sont les mêmes que ci-dessus.

3.e Cas de gisement.

Les couches inclinées de 45 à 60 degrés peuvent être exploitées :

1.° Par massifs longs, parallèles à la direction, avec des voies de roulage qui soient intermédiaires, ou non, entre la direction et l'inclinaison, et qui se rapprochent d'autant plus de la direction, que l'inclinaison de la couche est d'un plus grand nombre de degrés, sauf les exceptions ; (Pl. 29, *fig. 6* et *7.*)

2.° Par gradins renversés, avec une voie ou rampe pratiquée dans le mur, s'il y a lieu. (*Voyez* pl. 29, *fig. 10 et 11.*) L'analogie qu'il est facile de saisir entre cet ouvrage et les gradins couchés, nous dispense de revenir sur les motifs de préférence. EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

Les couches inclinées de 60 à 90 degrés, c'est-à-dire, presque verticales, peuvent être exploitées par gradins renversés, comme ci-dessus. (Pl. 29, *fig. 10* et *11.*) Il est rare qu'aucun autre mode puisse convenir à leur exploitation complète. 4.e Cas de gisement.

Les masses de houille, c'est-à-dire, les couches d'une puissance extraordinaire, peuvent être exploitées complètement par *massifs droits*, ainsi que nous l'avons déjà vu. 5.e Cas de gisement.

Tout autre genre d'ouvrage qu'on essaie de leur appliquer, est une modification des modes précédens, et nécessite le sacrifice d'une portion considérable du combustible offert par la nature, tandis que chacun de ces divers modes, appliqué aux cas pour lesquels il convient, ainsi que nous venons de le voir, permet d'arracher du sein de la terre tout ou presque tout le combustible qu'il renferme.

D'après ce qui précède, on remarquera qu'à mesure que le nombre de degrés d'inclinaison et la puissance des couches de houille augmentent, toutes choses égales d'ailleurs, le nombre d'ouvrages susceptibles d'être employés pour leur exploitation complète diminue; de sorte que, pour les couches presque verticales et peu puissantes, il n'en reste qu'un seul, qui est très-analogue au mode d'exploitation des filons peu puissans; et pour le cas d'une couche d'une puissance très-considérable, il n'en reste qu'un aussi, qui est une modification de l'ouvrage en travers, employé, comme nous l'avons vu, pour les filons ou ensembles de filons très-puissans. Résumé.

Les couches de houille les plus avantageuses à exploiter, quant à l'arrachement du combustible, abstraction faite des travaux préparatoires que nous supposons déjà établis convenablement pour tout l'ensemble d'un dépôt houiller, paroissent être, en général, les couches qui présentent 4 pieds de puissance, et dont l'inclinaison n'excède pas 45 degrés, le mur et le toit étant solides. Plus puissantes, les couches offrent, à la vérité, un produit plus abondant sur un même espace, et plus de faci-

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

lité pour l'emploi des grands chariots de roulage; mais le remblaiement et le boisage y deviennent quelquefois si dispendieux, quand on cherche à obtenir toute la houille qu'elles contiennent, qu'on est presque toujours réduit à se plaindre de la générosité de la nature, et à refuser une partie de ses bienfaits. Si la puissance d'une couche est au-dessous de 4 pieds, on l'exploite encore avec avantage; quelquefois même une couche d'un pied et demi est précieuse pour la contrée où elle se trouve: mais si, d'un côté, de telles couches minces offrent des facilités d'économie, quant au remblaiement et au boisage, de l'autre elles occasionnent plus de difficultés et de dépenses que les couches de 4 pieds de puissance, quant à l'arrachement et au roulage du combustible. Nous avons vu d'ailleurs que, pour une couche de houille dont la puissance est de 4 pieds et l'inclinaison de 45 degrés, l'exploitant peut choisir, d'après les autres circonstances locales, entre les trois genres d'ouvrage les plus usités (*massifs longs*, *gradins couchés* et *grandes tailles*).

Arrachement de la houille.

Quel que soit le genre d'ouvrage qu'on adopte pour l'exploitation d'une couche de houille, d'après les circonstances exposées ci-dessus, le mineur expérimenté ne procède à l'arrachement du combustible qu'après avoir cherché la situation la plus favorable pour diriger les entailles de dépouillement dans la couche. C'est ce qu'on appelle *haver* [en allemand, *schraemen*]. On have, tantôt au toit, tantôt au milieu, tantôt au mur de la couche. Ce dernier mode est le plus fréquent, à moins de circonstances particulières; mais le premier et le second ont lieu, de préférence, lorsqu'il se trouve, au toit ou au sein de la couche, une masse de roches interposées : on s'en débarrasse par ce moyen, soit à mesure que le dépouillement avance, soit après avoir dégagé la houille de son gîte, afin d'obtenir le combustible aussi peu mélangé de pierres qu'il est possible.

L'entaille de dépouillement (ou le *havage*) s'opère, en général, parallèlement au front de la taille : ainsi, dans certains cas, elle est parallèle à la direction de la couche; dans d'autres, elle est parallèle à son inclinaison; cela dépend du genre d'ouvrage qui est employé. Dans le pays de la Marck, cette entaille est poussée communément jusqu'à 45 pouces de profondeur, au sein de la couche de houille. Aux mines d'Anzin,

l'entaille de dépouillement a un mètre de profondeur : c'est de cette quantité que le mineur avance, chaque jour, dans la couche.

Quand le dépouillement est terminé, il faut encore pratiquer dans la houille des entailles verticales, de manière qu'elle soit dégagée sur quatre faces : elle l'est ainsi dans l'ouvrage par gradins couchés, au moyen d'une seule entaille verticale; c'est un de ses avantages. Dans l'ouvrage par massifs longs, la houille ne se trouve dégagée sur quatre faces, dès la première période de l'entaillement, qu'au moyen de deux entailles verticales; mais par la suite, en reprenant les massifs, on les trouve déjà dégagés sur trois faces. Nous avons remarqué plus haut ce qui concerne l'économie des entailles verticales, dans l'ouvrage par grandes tailles; nous verrons ultérieurement, au moyen des exemples, que, dans l'ouvrage par gradins renversés, il suffit, après le dépouillement de la couche, de pratiquer une entaille perpendiculaire au havage; il en est de même dans le cas de l'ouvrage par massifs courts que représente la pl. 28.

Le dépouillement et les entailles étant terminés, on chasse des coins entre la houille et la roche; c'est ainsi qu'on arrache du sein de la roche un bloc de combustible, plus ou moins volumineux.

Il est essentiel que le mineur ait égard aux avantages que peuvent lui offrir les fissures naturelles de la houille, les surfaces lisses qu'elle présente quelquefois, et la disposition de ses *pièces séparées*. On doit chercher, en général, à diriger les entailles de dépouillement parallèlement à la direction des fissures, et faire en sorte que l'inclinaison de ces fissures tombe devant le mineur, en s'écartant de lui : par ce moyen, on peut obtenir plus facilement la houille en gros quartiers, sans que l'ouvrier soit exposé, en l'arrachant, au danger d'un éboulement subit.

C'est par le même motif qu'en général, pour arracher la houille d'une taille dont le front est incliné, le mineur commence par la partie de cette taille qui correspond au point le plus haut de l'inclinaison, continuant ainsi, avec plus de sécurité, jusqu'à la partie inférieure.

Il nous reste à considérer les exemples qui doivent faire voir l'application des principes énoncés ci-dessus et rendre plus clair tout ce qui précède.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

4.° *Exemples de l'application des règles;* Pl. 29, *Fig.* 1 à 13, &c.

Ouvrage par grandes tailles.

4.° Exemples. *Guersweiler*, Pl. 29, *Fig.* 1 et 2.

La mine de Guersweiler, près Sarrebruck, nous offre un exemple intéressant d'une exploitation de houille par galeries, les travaux étant encore au-dessus du niveau d'une vallée voisine, et les couches ayant une inclinaison peu considérable.

On connoît, à Guersweiler, cinq couches de houille, qui sont distinguées, sur le plan et sur la coupe, par les n.os 1 jusqu'à 5; leur puissance est:

Pour le n.° 1. . . . . de 1m 85.
—— le n.° 2. . . . . de 0. 71.
—— les n.os 3, 4 et 5, chacun. . . . . de 0. 62.

La houille qui en provient est sèche, schisteuse; elle tient le milieu entre la houille grasse et la houille maigre.

La coupe verticale (*fig.* 1), qui est prise suivant la ligne AB du plan *fig.* 2, fait voir l'inclinaison de ces couches.

Le plan (*fig.* 2) présente les couches coupées par un plan horizontal qui est supposé passer par le point 1, pris au niveau de la Sarre; ainsi, ce plan fait voir leur direction variable. Dans ce même plan, la trace de la couche 5 est supprimée, parce qu'elle excéderoit les bornes de la *fig.* 2; par la même raison, nous avons supprimé, sur cette figure, la continuation des cinq couches vers le sud. Il nous suffira de remarquer ici que, dans la réalité, l'ensemble de ces cinq couches de houille se prolonge encore en ligne droite vers le sud, au-delà de la ligne EF de la *fig.* 2, jusqu'à une distance moyenne de 140 mètres.

Parvenues à cette distance, les cinq couches prennent une nouvelle direction vers le sud-ouest, qui fait, avec la première, un angle de 105 degrés; il en résulte que, dans cette nouvelle direction, elles sont très-rapprochées les unes des autres, sur-tout les quatre premières, et que leur inclinaison, au lieu d'être vers l'est (comme on le voit dans la *fig.* 1), est vers le sud-est, au-delà du coude qu'elles forment. Ainsi, ces couches de houille offrent l'image de plusieurs enveloppes successives

qui seroient appliquées, parallèlement les unes aux autres, sur les contours d'un glacis présentant des angles saillans et des angles rentrans. L'espace qui sépare une couche de l'autre est occupé par l'argile schisteuse, qui accompagne habituellement la houille. Le grès rouge se présente, non loin de leur toit, vers le sud.

EXPLOITATION de la Houille. Pl. 25 à 30, 41 sur.

Passons aux travaux d'exploitation; ils ont lieu sur la couche n.° *1*; les autres couches sont encore presque intactes.

Le plan, *fig. 2*, représente les travaux, par le moyen de leur projection horizontale, tels qu'ils existent (en 1810) dans le plan de la couche n.° *1*, savoir :

a b c d, galerie d'écoulement et d'extraction ; sa portion a b traverse la couche n.° *1*; sa portion b c d suit horizontalement la direction de cette couche;

e f *4* g, galerie horizontale d'extraction, sur la même couche;

h j k, autre galerie d'extraction, sur la même couche; la portion h j est *descendante*, et la portion j k est horizontale;

m n, faille verticale de grès dur, qui interrompt les couches de houille;

p q r s t, limites des parties de la couche n.° *1* qui sont exploitées et remplacées par des remblais, ainsi que l'indiquent les pierrailles représentées autour des galeries. La portion de la couche n.° *1*, qui se trouve entre la ligne p q r s t et la ligne indicative de son affleurement au jour, n'est pas susceptible d'être exploitée, vu que la houille ne s'y présente que terreuse;

p d, front de la taille en exploitation sur la couche n.° *1*;

b, petite galerie d'extraction qui communique de la taille à la galerie a b c d;

c 4, *idem*, de la taille à e f *4* g;

d f, *idem*;

f e, *idem*, de la taille à h j k;

u, x, anciens puits d'airage abandonnés.

Le système d'exploitation consiste à avancer sur la couche n.° *1*, par les trois galeries a b c d, e f g, h j k, et à mener, sur une ligne

Exploitation de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

droite, la taille p d, en face de laquelle sont placés les ouvriers : pour obtenir la houille, ils pratiquent au mur une entaille de dépouillement; lorsqu'ils ont ainsi *havé*, sur une longueur d'environ 6 mètres, soutenant la houille par de petits tasseaux de bois placés dessous, ils font tomber un massif de houille, et la même opération se répète, de proche en proche, sur toute la longueur de la taille. La houille est ensuite transportée au jour sur des brouettes, par les diverses galeries qui aboutissent à la taille. Quand les ateliers sont débarrassés, on pousse la taille plus loin, parallèlement à son front p d.

De cette manière, il ne reste absolument rien de la couche de houille; mais comme la mine ne fournit pas assez de déblais pour remplir l'espace excavé, on est obligé de pourvoir à la solidité des travaux, moitié par exhaussement du mur, et moitié par affaissement du toit; voici comment on procède à cet égard :

A mesure que les ouvriers poussent la taille en avant, parallèlement à p d, ils soutiennent le toit derrière eux avec des pièces de bois verticales qu'ils espacent de 2 à 3 mètres, et ils ménagent les emplacemens des galeries qui aboutissent à la taille, en garnissant leurs parois de boisage. Ces étais provisoires ne suffisent que pour résister au premier effort; mais bientôt on dispose entre les étais, dans l'espace excavé, des piles de déblais, hautes d'un mètre, et placées, de distance en distance, sur le mur de la couche. Comme l'espace excavé a environ un mètre huit décimètres de hauteur, quantité égale à la puissance de la couche, il reste, entre la partie supérieure de chacun des tas de déblais et le toit de la couche, un espace vide, dont la hauteur est à-peu-près de 8 décimètres; les choses étant dans cet état, la taille p d est poussée parallèlement à elle-même, ainsi qu'il a été dit ci-dessus. A mesure que les ouvriers avancent de front dans la houille, ils pourvoient, derrière eux, à l'étaiement du toit, par les dispositions qui viennent d'être indiquées; mais après un certain laps de temps, par exemple un an après que des étais et des tas de déblais sont disposés comme nous venons de le voir, la taille p d s'étant toujours de plus en plus éloignée de ces dispositions, les étais ont cédé insensiblement à la pression continuelle du toit, et peu-à-peu toute cette masse de roche qui est située au-dessus

de la couche, s'est affaissée ou plutôt s'est relâchée, sans que le mouvement des bancs inférieurs se soit manifesté à la surface du terrain : il en résulte alors que le toit de la couche repose immédiatement sur les piles de déblais qui l'attendoient dans l'espace excavé. La hauteur des galeries de passage se trouve ainsi réduite à un mètre environ, dans les parties où l'affaissement vient de s'opérer; mais, pour rétablir la libre communication, on entaille le toit dans les parties affaissées, de manière que par-tout le faîte des galeries soit à la même hauteur que devant la taille.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Cette méthode hardie offre les avantages qui résultent, ainsi que nous l'avons exposé ailleurs, d'une seule taille menée de front sur une longueur considérable; de plus, elle présente une économie importante à l'égard du remblaiement des espaces excavés: mais elle n'est pas exempte de dangers, ainsi qu'on en fit la triste expérience, lorsqu'à une époque déjà éloignée, l'ancienne église de Guersweiler fut ébranlée par des travaux imprudemment dirigés sous cet édifice. Aujourd'hui, grâce à la surveillance active à laquelle cette exploitation a été soumise, elle se maintient depuis long-temps, sans qu'il arrive aucun accident aux habitations du village de Guersweiler, qui est situé sur une hauteur, non loin de la rive gauche de la Sarre, entre le point C et le point a de *fig. 2;* mais les dangers se renouvelleront peut-être, lorsqu'on s'occupera de l'exploitation des couches inférieures, auxquelles il sera beaucoup plus difficile d'appliquer la même méthode.

Crachet près Mons, Pl. 26.

Après avoir considéré l'ouvrage par grandes tailles, dans une mine exploitée seulement par galeries, voyons le même genre d'ouvrage, dans une mine exploitée par puits et galeries à une profondeur considérable.

Il faut ici se rappeler l'explication qui précède concernant l'ensemble de la mine du Crachet près Mons, représenté par la *fig. 1* de la pl. 26.

La *fig. 2* de cette même planche fait voir ce qui se passe dans la couche *2*, qui est en exploitation, sur un espace tel que X Y. En comparant les deux figures, on reconnoîtra les objets suivans :

A B, ligne horizontale par laquelle passe la coupe verticale, *fig. 1.* Cette ligne correspond à Y *n n* de la coupe verticale;

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

A D, ligne d'inclinaison de la couche 2, dans son *plat* x y, sur lequel a lieu l'exploitation de 1810, ici représentée par la *fig.* 2, d'après une échelle moindre que celle de la coupe verticale;

B A D, angle d'inclinaison du *plat* vers le nord-est ; la couche se relève un peu vers le sud-ouest, ainsi que toutes celles qui lui sont parallèles ;

A φ χ ψ, partie intacte de la couche, houille à extraire, dite *en ferme ;*

ψ ω A, anciens travaux épuisés;

h', g', n, puits et galeries indiqués par les mêmes lettres sur la coupe et sur le plan, au-dessous du bâtiment d;

r, espace en exploitation, que l'on remblaie à mesure que l'on avance, ainsi que nous allons le voir;

β, galerie d'exploitation qui suit la direction variable de la couche;

p, p, p, p, voies montantes, dans chacune desquelles se trouve, au point marqué *p*, une porte ou toile d'airage, pour empêcher l'air de passer dans ces voies;

φ χ, lieu de la grande taille dans la houille: cette taille, dite *suement* dans le pays, est poussée par les ateliers *t, t, t ; t*, qui sont à-peu-près en ligne droite, et dont chacun communique avec une voie montante environnée de déblais; la grande taille est *moyenne* entre la direction et l'inclinaison de la couche;

χ ψ, lieu d'une galerie pratiquée dans la houille, et nommée *troussage*, ou retour de l'air; elle suit la direction variable de la couche;

ψ ω, lieu d'une galerie appelée *coistresse;* elle est poussée suivant la direction variable de la couche;

p' p'' ω, voie montante qui établit la communication entre la galerie β β et la galerie ω ψ; dans cette voie se trouvent deux portes d'airage *p' p''*.

Les flèches exprimées sur la *fig.* 2 indiquent, par leur pointe, de quelle manière et dans quel sens s'opère la circulation de l'air. Ainsi, l'air extérieur descend par le puits *g'*, circule par la galerie *n*, vers le nord; de là, dans la galerie β; les portes *p' p''* étant fermées, ainsi que les portes *p*, l'air passe le long de la taille *t t;* de là, il se dirige par les

galeries $\varphi\ \chi$ et $\psi\ \omega$, vers la voie $\omega\ \lambda$. Du point λ il se rend, par un tuyau incliné, dans un conduit en brique, dit *carnet*, § 6, qui est situé dans la galerie *n n*. Par ce conduit, l'air se porte dans la partie *m* du puits *h'*; de là, il est attiré en dehors par le foyer placé en *d*, pour sortir enfin par la cheminée *q* : on remarquera, sur la coupe *fig. 1*, qu'il se trouve de petites portes d'airage entre les puits *g'* et *h' m*.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

L'ouvrage par grandes tailles est fréquemment employé, dans les mines du Yorckshire en Angleterre, pour l'exploitation des couches de houille peu puissantes qui se présentent à une profondeur de moins de 50 toises au-dessous de la surface du terrain, et dont le toit est ébouleux ; on nomme cet ouvrage, en anglois, *broad-way* [voie large]. (Voyez *Geological and mining Report, &c.* par M. *Richard Griffith*, &c. Dublin, 1814, pag. 77 et 85.)

Comme plusieurs grandes tailles sont souvent disposées l'une à côté de l'autre, par gradins, d'une manière analogue à ce que fait voir la *fig. 12*, pl. 29, nous reviendrons plus tard sur un exemple tiré des mines du Yorckshire.

Ouvrage par massif.

Les mines de houille du pays de Sarrebrück, du pays de la Marck, du pays de Liége, du pays de Schaumburg et de la Silésie, vont nous offrir divers exemples de la méthode d'exploitation que nous avons nommée ouvrage par massifs longs. (*Voyez* pl. 29, *fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9* et *13*; *voyez* aussi la pl. 30, qui sera expliquée séparément.)

Quant à l'ouvrage par massifs courts, nous ne le considérerons qu'après les exemples relatifs à l'ouvrage par gradins, parce qu'il sera présenté plus en détail, pl. 28, avec tout l'ensemble de la mine célèbre qui nous en offrira l'application en Silésie : nous verrons ensuite une autre disposition de l'ouvrage par massifs courts, dit en anglois *narrow-way* [voie étroite], d'après l'exemple des principales mines de l'Angleterre, et particulièrement de Newcastle dans le Northumberland.

Duttweiler, pays de Sarrebrück.

La mine de Duttweiler, à une lieue de Sarrebrück, nous fournira l'exemple d'une exploitation de houille par galeries, dans le cas où les travaux sont, comme à Guersweiler, au-dessus du niveau de la vallée,

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

mais où les couches ont une inclinaison plus considérable et où plusieurs d'entre elles doivent être attaquées à-la-fois.

Nous avons déjà présenté le plan et la coupe du précieux dépôt de houille qui est en exploitation auprès de Duttweiler; il suffira de jeter les yeux sur les *fig. 1* et *2* de la pl. 27, pour se rappeler la disposition de ce dépôt houiller.

Parmi les seize couches qu'il présente, quelques-unes seulement sont l'objet des travaux actuels, ainsi que nous l'avons indiqué en son lieu. Ces couches, au nombre de huit, sont traversées par une galerie principale qui sert à l'écoulement des eaux et à l'extraction de la houille. A partir de cette galerie transversale, on a pratiqué à droite et à gauche, sur chacune des couches en exploitation, une galerie d'alongement qui suit la direction de la houille; c'est d'une telle galerie d'alongement que l'on part, ainsi que nous allons le voir, pour monter sur la couche et en poursuivre l'exploitation. Comme les mêmes travaux se répètent sur les diverses couches, il suffira ici d'en considérer une seule; et de plus, comme les travaux s'exécutent absolument de la même manière, à droite et à gauche de la galerie principale A A′ (pl. 29, *fig. 3*), nous nous bornerons à expliquer la portion de la figure qui se voit à droite de l'espace A A′.

Cet espace A A′ exprime la galerie horizontale qui traverse toutes les couches en exploitation, perpendiculairement à la galerie d'alongement e e e e.

Pl. 29, *Fig. 3.*

Pour se représenter clairement ce que nous nous sommes proposé de faire voir, en ne compliquant la figure que le moins possible, il faut remarquer d'abord que la galerie A A′ et la galerie e e sont dans un même plan horizontal, qui est au niveau de la vallée au-dessus de laquelle l'exploitation a lieu. Tout le reste de la *fig. 3* présente la trace des travaux sur le plan même de la couche de houille, qui est inclinée d'environ 36 degrés sur la ligne A A′ vers le point A; ainsi, le spectateur placé en face de cette figure, doit se représenter tout l'espace indiqué par x y z &, à l'exception de la galerie A A′, comme seroit un pupître incliné vers lui de 36 degrés. Nous supposons, dans notre *fig. 3*, que ce plan incliné, c'est-à-dire, la couche de houille elle-même, a tourné

autour de y x, comme charnière, pour se rabattre sur le plan horizontal dans lequel se trouvent réellement la galerie principale A A′ et la galerie d'alongement e e e. On sentira facilement que, dans la réalité, chacun des espaces excavés que nous exprimons par le blanc du papier, entre les massifs de houille H ou de remblai r, est terminé, 1.° sur les côtés, par des parois qui se rapprochent assez de la situation verticale pour permettre le passage sans nuire à la solidité; 2.° à la partie inférieure, par une voie praticable qui repose sur le mur de la couche; et 3.° à la partie supérieure, par un faîte de boisage, qui soutient le toit de la couche. La figure ne fait pas mention de ces détails, qui n'auroient pu que la rendre obscure.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Passons au mode d'exploitation.

Mode d'exploitation.

La galerie d'alongement e e étant poussée horizontalement dans la houille, jusqu'à une longueur convenable pour reconnoître la couche, par exemple à 400 mètres, on pratique la galerie ou rampe p k f f, dans la houille, suivant une ligne qui est moyenne entre la direction et l'inclinaison connues de la couche. Il est facile de calculer quel angle cette galerie, qui monte sur la couche, doit faire avec la galerie d'alongement, pour qu'il en résulte une voie commode.

Quand cette voie inclinée est parvenue jusqu'à une certaine distance sur la couche, on place en p un ouvrier qui abat la houille comprise entre la rampe p k et une perpendiculaire abaissée du point k sur e e, de manière que cette perpendiculaire devienne bientôt le front de la taille; alors, trois ouvriers placés devant cette taille s'avancent parallèlement à elle, vers la ligne x &, en arrachant la houille suivant la méthode ordinaire.

La *fig. 3* suppose que l'atelier est parvenu, de cette manière, jusqu'en t, et que les ouvriers arrachent la houille indiquée par H. On voit que, pour amener les choses en cet état, ils ont eu soin, à mesure qu'ils avançoient vers t, 1.° de soutenir le toit par des pièces de bois; 2.° de remblayer l'espace excavé r; 3.° de ménager les petites galeries *a*, qui servent au roulage, à la communication en général, et de plus à la circulation de l'air, objet auquel concourent aussi de petites galeries *d*,

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

ménagées de distance en distance. C'est de la même manière qu'on poursuit chacune des tailles t, t', t'', t''', laissant entre une taille t et la taille supérieure t', de même qu'entre celle-ci et une taille supérieure t'', un massif de houille tel que m, m', qui est destiné à être repris un jour, lorsque les déblais seront suffisamment tassés. De la taille t, l'extraction de la houille jusqu'au jour s'opère, sur des brouettes, par la galerie inférieure *a*, et ensuite par la galerie A' A, dont l'orifice est situé du côté de A. Pour la taille t', le roulage a lieu par *a'*, ensuite par la galerie inclinée f k p et par la galerie A' A; pour une taille supérieure t'', il s'opéreroit d'une manière analogue par *a''*, f f k p et A' A.

La *fig. 3* indique suffisamment qu'à partir de la ligne p k, des tailles peuvent être dirigées vers A A', de même que nous venons de voir le mineur s'avancer de p k vers x &.

A 250 mètres du point p sur la galerie e e, tant vers x & que vers y z, on pratique une nouvelle galerie inclinée, telle que p k f f, et on dispose, de la même manière, des tailles qui lui correspondent.

L'airage s'opère, dans cette mine, à l'aide de la galerie principale A A', sur laquelle sont pratiqués deux petits puits d'airage, et à l'aide de portes battantes qui sont placées dans les galeries d'alongement. Nous ne nous y arrêterons pas, parce que ces dispositions sont analogues à celles que nous aurons occasion de considérer dans d'autres mines où l'airage est plus difficile.

Schlebusch, pays de la *Marck*, Pl. 29, *Fig.* 4 et 5.

(*Fig. 4.*) Ce plan indique la méthode que l'on suit le plus ordinairement dans le pays de la Marck, pour exploiter une couche de houille qui se rapproche de la situation horizontale, lorsque sa puissance n'excède pas 4 pieds $\frac{1}{2}$, et que d'ailleurs les localités n'offrent pas de facilités particulières pour une extraction par galeries. L'exemple est tiré de la mine dite *Schlebusch*.

Imaginons que tout le plan x y z &, en tournant autour de x y, comme charnière, se relève de manière à prendre une inclinaison égale à p n m de la *fig. 5*. Ce plan étant dans la position indiquée, comme un pupître en face du spectateur, imaginons encore que la portion supérieure

z & tourne autour de la ligne z &, en s'éloignant du spectateur, jusqu'à ce qu'elle ait pris une situation horizontale.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

Les choses étant dans cet état, l'espace z & représentera une section horizontale faite dans une couche inclinée, telle que celle qu'on voit *fig. 5*, et l'espace z & x y sera l'image des travaux d'exploitation exécutés dans cette couche au-dessous du niveau z & d'une ancienne galerie d'écoulement.

Nous supposons que la couche x y z & se prolonge dans le même plan incliné, au-dessus de z &; mais la *fig. 4* n'a pour objet de représenter que le fond des travaux. Au moyen de l'explication qui va suivre, on se figurera facilement leur disposition au-dessus de la coupe horizontale z &.

Mode d'exploitation.

Après avoir fait parvenir une galerie transversale d'écoulement jusqu'au point le plus bas de l'espace qu'on se propose d'exploiter au-dessous d'un niveau z &, on approfondit, depuis ce même niveau jusqu'au mur de la couche, le puits vertical *a b c*, dans lequel *a* indique l'emplacement des échelles de descente, *b* et *c* les voies séparées des deux tonnes. A partir du point auquel ce puits atteint le mur de la couche à exploiter, on pratique une galerie d'alongement s, qui s'étend à droite et à gauche du puits, et l'on établit une taille *t* et une voie *v*, d'une manière analogue à ce qui a été dit ci-dessus au sujet de la mine de Duttweiler. Quand cette taille *t* est parvenue à une certaine distance du puits, on pratique, pour faciliter l'airage, une seconde galerie d'alongement q, sur laquelle on établit une taille *t'*, de manière que la première soit toujours un peu en avance sur la seconde. Il reste ainsi, entre ces deux tailles, un massif de houille, auquel on donne d'autant plus de largeur que le toit est moins solide. La galerie s et la galerie q, qui servent à reconnoître la couche et à faciliter l'airage, sont continuées horizontalement à droite et à gauche du puits *a b c*, de chaque côté jusqu'à une distance qui varie, suivant les localités, de 100 à 180 toises. A cette distance, la couche s'étant bien maintenue, on approfondit de chaque côté un autre puits sur elle; et par le moyen de ces puits et galeries, ainsi que de quelques voies pratiquées de distance en

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

distance, parallèlement à *v*, dans le massif de houille qui sépare la galerie S de la galerie Q, on établit le plutôt possible la libre circulation de l'air dans le fond des travaux. Cela fait, il s'agit de continuer la voie *v*, en montant sur la couche, et, par ce moyen, d'établir, au-dessus du niveau Z &, de nouvelles tailles parallèles à *t* et *t'*, ce qui s'exécute à-peu-près comme nous l'avons déjà vu au sujet de la mine de Duttweiler. Mais, dans le pays de la Marck, les tailles situées au-dessus des galeries S et Q ne sont poussées, à partir du puits *a b c*, que jusqu'à moitié de la distance qui le sépare du puits suivant, parce que de celui-ci on vient à la rencontre de ces mêmes tailles, en opérant comme nous venons de le voir à l'égard du puits *a b c*, mais seulement en sens inverse.

On voit, par ce qui précède, qu'il vient un moment où toute la couche de houille, ou plutôt toute la portion de cette couche qu'il s'agit d'exploiter, se trouve divisée en massifs qui sont séparés par des galeries horizontales; c'est lorsque les tailles qui fournissent à l'extraction de l'un des puits ont atteint celles qui fournissent à l'extraction de l'autre : alors, il s'agit d'exploiter les massifs intermédiaires; pour cela, les ouvriers qui pratiquoient les tailles *t*, *t'*, en s'éloignant du puits *a b c*, s'en rapprochent, en reprenant la houille qu'ils avoient laissée entre une taille et l'autre, et ceux qui, d'un puits suivant, venoient à leur rencontre, s'en retournent, en opérant de la même manière, vers le puits d'où ils étoient partis.

C'est ainsi, par exemple, que la *fig. 4* présente enlevé jusqu'en *p* le massif situé à gauche du puits *a b c*, et une taille en *p'*, près de rejoindre la taille *p* que l'on ne poussera pas plus loin vers le puits, pour ménager l'emplacement de celui-ci.

La même figure fera concevoir qu'à mesure qu'une taille *t* s'éloigne du puits *a b c*, on soutient le toit de la couche par des pièces de bois placées verticalement, et que l'on ménage, dans la partie inférieure des travaux, une rigole pour l'écoulement des eaux. Cette rigole est recouverte, ainsi que nous l'avons expliqué ailleurs, de petites pièces de bois, et rechargée de déblais qui forment un muraillement le long de la galerie S; il existe un semblable muraillement dans la galerie Q, et en général dans toutes les galeries supérieures. On s'en procure les

matériaux en entaillant le mur, autant qu'il en est besoin pour que le sol des galeries devienne horizontal : de cette disposition il résulte économie de bois et facilité d'opérer le roulage de la houille dans de grands chariots, ainsi que cela se pratique dans le pays de la Marck. Quelquefois un tel chariot est traîné par un cheval sur un chemin de fer, propre à faciliter l'extraction d'une grande quantité de houille à chaque voyage. (*Voyez*, pl 30, ce qui concerne le roulage sur les voies de fer.)

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

La *fig. 5* fait voir, d'après une échelle plus grande que celle de la *fig. 4*, de quelle manière on arrache la houille de son gîte. Dans cette figure, m indique le mur de la couche, qui est de grès; d, le toit d'argile schisteuse; e, l'entaille inférieure par le moyen de laquelle on détache la couche de houille par-dessous, en *havant* avec le pic, dans le sens qu'indiquent, sur la *fig. 4*, les courbes ponctuées en *t* e g h. Ici, nous supposons le mur m hérissé d'aspérités, ainsi qu'il arrive souvent, ce qui oblige à placer l'entaille de dépouillement e un peu au-dessus du mur; les deux lignes g, h indiquent les entailles verticales qu'on pratique dans la houille, après avoir *havé*;

t indique le massif de houille qu'il s'agit d'abattre dans la taille *t*, *fig. 4*, en chassant des coins entre le toit et la couche de combustible.

Autres exemples, Pl. 29, *Fig. 6* et *7*.

(*Fig. 6.*) Ce plan a pour objet de montrer comment on procède, dans le pays de la Marck, à l'exploitation d'une couche de houille, quelle que soit sa puissance, quand elle s'éloigne beaucoup de la situation horizontale.

Imaginons que, dans la *fig. 6*, le plan x y z & tourne autour de x y comme autour d'une charnière, et qu'il s'élève ainsi, vers l'œil du spectateur, jusqu'à ce que l'inclinaison soit égale à celle qu'indique l'angle p n m dans la *fig. 7*; imaginons qu'alors la portion située, dans la *fig. 6*, au-dessus de z &, tourne autour de cette ligne comme charnière, en s'éloignant de l'œil du spectateur, jusqu'à ce que *a b c* soit dans un plan horizontal. Dans cet état de choses, z & *a b c* représentera une section horizontale faite dans une couche inclinée, telle que celle qu'on voit *fig. 7*, et l'espace x y z & sera l'image des travaux d'exploitation exécutés

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

dans cette couche au-dessous du niveau z & d'une ancienne galerie d'écoulement.

La principale différence qu'il y ait entre ces travaux et ceux que nous venons de considérer, d'après les *fig. 4* et *5*, c'est que, dans la *fig. 6*, le puits *a b c* est approfondi dans la couche même, et par conséquent incliné comme elle, et que d'une taille à l'autre on établit, pour faciliter les communications et l'airage, des voies *v* qui sont inclinées comme le puits. Du reste, le percement des deux galeries inférieures jusqu'à la distance à laquelle doit être approfondi un autre puits, la division de l'espace à exploiter en massifs qui séparent les tailles *t*, t', t^2, t^3, t^4, *&c.*, la poursuite des tailles, à compter de t^3 et au-dessus, jusqu'à moitié de la distance qu'il doit y avoir entre deux puits, la conservation d'une rigole dans la galerie inférieure pour l'écoulement des eaux, le boisage et le muraillement, enfin la reprise des massifs, tels que *q* et q', qu'on enlève en revenant vers le puits, tout s'exécute, dans le cas que nous considérons, d'une manière analogue à ce que nous avons dit ci-dessus au sujet des *fig. 4* et *5*.

Il en est de même à l'égard de l'arrachement de la houille dans une taille telle que g h : on le voit représenté par la *fig. 7*, dans laquelle les mêmes lettres rappellent les mêmes objets que sur les *fig. 6*, *5* et *4*; mais nous remarquerons, à l'aide de la *fig. 6*, que, lorsque la houille offre assez de consistance, et lorsque le toit de la couche à exploiter est assez solide pour permettre de donner à la taille une largeur de 2 toises, on divise cette taille en deux parties qui se suivent : c'est ce qu'indique la *fig. 6* en *t* et t', quoique, d'après son échelle, chacun des espaces *t* et t' n'ait que 3 pieds de face. Quand cette disposition est applicable, l'extraction en va plus vîte, parce que, dans la portion t', la houille qui se présente à l'ouvrier est déjà libre sur deux faces.

Remarquons encore qu'en reprenant les massifs *q*, q', on commence ordinairement par les massifs inférieurs, et qu'on laisse intact le massif qui longe la galerie du fond, pour maintenir cette galerie tant qu'elle sert à l'écoulement des eaux.

On a soin de respecter les portions de massifs telles que *q*, lorsqu'on se rapproche du puits d'extraction, et on ne les enlève qu'au moment où l'on se propose d'abandonner ce puits.

La méthode d'exploitation qui est usitée dans le pays de Liége, atteste à chaque pas les dangers auxquels les exploitans se voient exposés de la part des eaux et des gaz délétères. Ces dangers sont la suite naturelle des désordres et des dissensions auxquels les mines de Liége ont été livrées dès long-temps.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*. — Pays de *Liége*.

A la surface du sol, rien de plus hasardeux que le choix de l'emplacement d'un puits, tant on redoute de tomber sur les abîmes inconnus de l'intérieur : aussi, dès qu'un exploitant se voit en possession d'un emplacement qui présente quelque sûreté, pratique-t il un puits assez vaste pour qu'on puisse en extraire 60 quintaux de houille à-la-fois, ce qui entraîne plusieurs inconvéniens graves dans l'économie de l'exploitation.

A l'intérieur, ce n'est que la sonde à la main que le mineur pénètre dans une couche de houille, toujours tremblant de rencontrer quelqu'un de ces énormes amas d'eaux que, d'une part, l'aveugle parcimonie du moment, et, de l'autre, le défaut de police souterraine, ont laissé se former à des époques plus ou moins reculées, soit dans des mines en activité dont la relation physique avec d'autres exploitations voisines n'est pas bien connue, ou dont les droits réciproques ne sont pas réglés avec la promptitude et la précision qu'exige la nature des choses, soit dans des excavations aujourd'hui délaissées, dont on ignore l'état actuel, et souvent même jusqu'à l'emplacement.

C'est ainsi qu'aux obstacles que la nature avoit déjà si fortement multipliés dans le sein de la terre, se sont joints les obstacles, plus périlleux encore, dont une longue incurie a environné le mineur, et par suite tout le pays de Liége.

La nature, qui tôt ou tard revendique ses droits avec usure, accumule aujourd'hui, sur un court espace de temps, les périls que l'art, privé de l'appui des lois, n'a pu qu'éluder ou pallier pendant une longue suite d'années; elle contraint les exploitans des mines à lui restituer, en un moment, les efforts et les sacrifices pécuniaires qu'eux ou leurs devanciers ont négligé de répartir à temps sur les époques antérieures de l'exploitation; elle exige que le mineur laisse désormais ensevelie dans le sein de la terre une portion considérable des richesses qu'elle lui

Exploitation de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

destinoit tout entières, s'il eût eu la prudence de se les ménager. Pour peu qu'on vienne à ébranler un de ces derniers remparts qui protégent encore quelques exploitations, la nature punit à-la-fois et les fautes du passé et celles du présent.

De là ces terribles catastrophes qui, depuis quelques années, se sont multipliées dans les mines du pays de Liége, avec une force et une fréquence dont on ne trouvera d'exemples dans l'histoire d'aucune exploitation soumise à la surveillance active du Gouvernement, c'est à-dire, à une surveillance fondée sur les principes qui ont été développés dans le tom. I.er de la *Richesse minérale.*

En considérant les mines du pays de Liége d'après leur état actuel, on ne peut cependant s'empêcher de rendre justice à l'adresse avec laquelle quelques-uns des exploitans, au milieu du désordre qui compromet l'existence de l'ensemble, disposent leurs travaux particuliers, de manière à souffrir le moins possible des torts de leurs devanciers ou de leurs voisins; mais quelques efforts que fasse le mineur, tant qu'une régularisation générale ne coordonnera pas tous les intérêts particuliers entre eux et avec l'intérêt public, sa marche ne pourra être qu'incertaine et périlleuse, la propriété de l'exploitant ne sera que précaire, et il ne résultera de ses travaux qu'une foible partie des avantages durables que le pays devoit en attendre.

Quoi qu'il en soit, examinons la disposition habituelle d'une exploitation considérée seule, dans le pays de Liége, et pour cela commençons par expliquer les différentes parties des *fig. 8* et *9* de la pl. 29.

Pl. 29, *Fig. 8* et *9*.

La *fig. 8* est le plan des travaux auxquels donne lieu l'exploitation d'une couche de houille. Si l'on imagine que le plan x y z &, en tournant autour de x y comme charnière, se relève vers l'œil du spectateur jusqu'à ce qu'il ait pris une inclinaison égale à celle qu'indique l'angle *a x k* dans la *fig. 9*, ce plan présentera une coupe horizontale faite dans la couche de houille h h″, que nous nous proposons de considérer.

La *fig. 9* est une coupe verticale sur cette même couche et sur une partie des travaux qui se rapportent à son exploitation, suivant la ligne y & de la *fig. 8.* Dans cette coupe verticale, nous avons supprimé, aux

points b et f, des portions du terrain et du puits, qui n'auroient offert que la continuation des portions adjacentes. Par la même raison, nous n'avons fait voir qu'une partie h' de la couche de houille, en coupe verticale, parce qu'on peut sans peine se la représenter prolongée indéfiniment, tant au-dessus qu'au-dessous du puits a, qui est indiqué par la même lettre sur la *fig. 8.*

On distinguera, dans les deux figures, les objets suivans, savoir :

a, puits principal d'extraction (dit *grand bure,* dans le pays de Liége), muraillé en brique et arrondi dans les angles;

c, réservoir inférieur pour les eaux, dit *bougnou;*

e, grande chambre pour le chargement des tonnes d'extraction *(chargeage);*

d, cheminée d'airage *(chetture);*

h, couche de houille, dite *veine;*

h', h", massifs de houille réservés, dits *places de serrement;*

n n', galerie principale d'alongement, dite *niveau de bure;* galerie horizontale qui correspond au fond du puits a;

r, remblais, parties remblayées, dites *stappes;*

v, galerie inclinée comme la couche, au-dessous du fond du puits *(vallée);*

x, galerie des eaux, qui aboutit au *bougnou* c *(niveau du bougnou);*

z, galerie horizontale qui correspond à la vallée v *(coistresse);*

a o t o, voie d'airage;

d, fourneau mobile, cage de fer *(toc-feu),* propre à contenir un brasier, et suspendue à une chaîne qui s'enroule sur un treuil;

p, p, portes d'airage;

q, q, voies de roulage; galeries inclinées comme la couche, et dites *montées;*

s, renflemens, dits *serres,* ménagés à l'entrée de chaque taille, dans les massifs de houille qui les séparent les unes des autres, et destinés, en cas d'affluence des eaux, à servir d'appui à des digues en bois, dites *serremens;*

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

t, tailles situées au-dessus du fond du puits a; tailles de *l'amont-pendage;*

t', tailles situées au-dessous du fond du puits a; tailles de *l'aval-pendage;*

t'', tailles *idem*, dites *tailles de gralles.*

Mode d'exploitation.

Lorsque, au moyen du puits a, on est parvenu à la couche qu'il s'agit d'exploiter, on commence, dans la houille, le percement du niveau de bure n, en réservant, à droite et à gauche de cette galerie horizontale, les massifs h', h'', qui, à cette époque, s'étendent encore au-delà de *a* et de *x*, les galeries qu'indiquent ces lettres n'étant pas encore percées. Les massifs h', h'' sont destinés à soutenir, en cas de besoin, un serrement ou barrage, formé de pièces de bois convenablement disposées, qu'on élève si l'on rencontre les eaux. Ces massifs étant traversés, on établit la galerie *x* en h''; puis aussitôt on procède à l'extraction de la houille au-delà du point n, sur toute la largeur h' h'' *x*. A mesure qu'on s'avance vers le point *1*, on boise l'espace excavé et l'on remblaie, comme l'indique la *fig. 8*, ménageant ainsi l'ouverture des galeries n et *x*. Jusqu'à ce moment, l'airage s'opère, provisoirement, au moyen d'une petite voie formée de planches, qui est établie dans la galerie n; mais quand on est parvenu au point *1*, on commence aussitôt à élever la première montée *q*, suivant l'inclinaison de la couche, et en même temps on perce la voie d'airage *a*. Le niveau de bure s'avançant toujours vers n', comme nous l'avons vu ci-dessus, on élève successivement les montées *q*, à partir des points *2*, *3*, *4*, en poussant chacune des tailles auxquelles ces montées correspondent; on ne leur donne qu'une largeur moindre que celle qu'elles doivent avoir par la suite, afin de ménager les serres *s*, *s*, qui sont disposées pour servir d'appui à un barrage, en cas que les eaux viennent à affluer dans les tailles.

En même temps, on conduit le remblaiement r et le boisage, de manière à conserver le passage dans les montées, pour le roulage, et dans les voies adjacentes, pour l'airage.

Amont-pendage.

Considérons maintenant les travaux d'exploitation situés au-dessus du fond du puits a, dans l'état qu'indiquent les *fig. 8* et *9*. Les eaux qui

suintent habituellement des travaux, se réunissent dans la galerie *x* et se rendent dans le réservoir C, qui leur suffit, s'il n'y a pas d'affluence extraordinaire : de ce réservoir, elles sont épuisées par des pompes. L'air qui entre par le puits a suit la route qu'indique la flèche située en e *(fig. 8)*, ne pouvant passer dans la galerie v, qui est fermée quand on travaille dans l'*amont-pendage*. Ainsi, l'air frais venant de l'extérieur suit le cours de la galerie n n', d'où il ne peut entrer dans les montées *q*, fermées par des portes *p* ; de là, il circule dans les voies d'airage *o*, *o*, passe devant toutes les tailles *t*, *t*, puis enfin se rend dans la cheminée *n* d, où, sans cesse raréfié par le feu situé en *d*, il s'élève et sort de la mine, emportant avec lui les gaz délétères.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Les ouvriers étant ainsi protégés contre l'eau et les gaz nuisibles, le remblaiement s'exécute comme nous l'avons vu, dans les tailles *t*, à mesure que l'arrachement de la houille s'y poursuit : la houille obtenue est transportée vers le puits a, par les montées ou galeries de roulage *q*, et ensuite par la galerie horizontale n n', dont les portes *p* s'ouvrent et se referment facilement. Parvenue à la place d'assemblage e, la houille est chargée dans les tonnes d'extraction, et élevée jusqu'au jour, par le moyen d'une machine à molettes attelée de chevaux.

A Liége, on est dans l'usage de pratiquer le puits d'extraction a, non pas suivant une même ligne verticale, mais en deux parties parallèles et situées à peu de distance l'une de l'autre : ainsi, la première partie du puits descend verticalement jusqu'à une certaine profondeur, où il se trouve une galerie de quelques toises qui conduit à la seconde partie : et celle-ci, qu'on distingue par le nom de *bouxtai*, descend verticalement depuis ce niveau jusqu'au fond des travaux. Le motif de cette disposition est le poids énorme de la quantité de houille dont on charge les tonnes d'extraction, ainsi que nous l'avons déjà remarqué : une seule machine, quoique attelée de neuf chevaux, ainsi que cela se voit souvent à Liége, ne suffiroit pas pour élever une telle masse et la chaîne de fer à laquelle elle est suspendue, depuis le fond des travaux jusqu'au jour, qui en est souvent éloigné de plus de 100 toises. Par ce motif, il existe ordinairement, à la surface du sol, auprès de

Puits d'extraction.

Exploitation de la Houille. Pl. 25 à 30, 41 ter.

l'orifice du puits d'extraction, deux semblables machines, pour chacune desquelles deux chaînes de fer descendent verticalement dans la première partie de ce puits, qui est le *bure d'extraction* proprement dit. Parmi les quatre chaînes dont il vient d'être question, deux, en passant sur des rouleaux et des poulies disposés convenablement pour les recevoir dans la petite galerie qui sépare les deux portions du puits vertical, vont pendre au-dessous de cette galerie, dans le *bouxtai*. Ce sont ces deux chaînes qui, à l'aide de la machine d'extraction à laquelle elles appartiennent, élèvent les tonnes de houille depuis le fond des travaux jusqu'au niveau de la galerie mentionnée ci-dessus : parvenue à cette hauteur, la tonne ascendante est suspendue sous un petit chariot que l'on fait glisser jusque sous le puits qui aboutit au jour; de là, elle est enlevée par les deux chaînes qui correspondent à la seconde machine d'extraction.

Aval-pendage.

Après avoir décrit les travaux de l'*amont-pendage*, nous n'aurons à ajouter que peu de chose concernant ceux de l'*aval-pendage*, qui s'exécutent au-dessous du fond du puits a. Ici la vallée v a pour objet de remplacer le niveau de bure n n′ ; elle conduit aux tailles *t′*, *t′*, avec lesquelles elle est mise en communication par le moyen des *coistresses* ζ, qui sont poussées horizontalement, suivant la direction de la couche. On pratique aussi, dans l'*aval-pendage*, des tailles qui descendent sur la couche, telles que *t″*.

Quand on travaille dans l'aval-pendage, il faut qu'une porte d'airage soit fermée à l'entrée de la galerie n n′, et qu'on tienne ouverte la porte d'airage *p*, qui se voit, *fig. 8*, à l'entrée de la vallée v, tandis que les portes situées à l'entrée des coistresses ζ sont fermées; de cette manière, l'air venant de l'extérieur est toujours dirigé sur celui des deux pendages où l'exploitation a lieu.

Lacs souterrains.

Il seroit superflu de nous arrêter plus long-temps aux difficultés que présente l'épuisement des eaux dans l'*aval-pendage*. Cette partie des travaux est destinée par l'usage, en cas d'affluence des eaux de l'amont, à recevoir l'inondation ; il en résulte qu'elle devient quelquefois un de ces lacs souterrains qui, sans cesse suspendus sur les exploitations voisines, menacent leur existence, comme l'ont prouvé de funestes catastrophes,

Quoique la méthode d'exploitation, qui est usitée dans le pays de Liége, ait, avec celles que nous avons précédemment décrites, quelques traits de ressemblance qui nous ont déterminés à la classer dans les ouvrages *par massifs longs*, elle présente cependant une différence qu'il est à propos de remarquer. EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

A Sarrebrück et dans le pays de la Marck, les premières tailles pratiquées dans la couche, préparent, en quelque sorte, l'exploitation des massifs qui les séparent; mais à Liége, où le moindre éboulement pourroit causer l'inondation de la mine, en y faisant affluer les eaux accumulées dans les anciennes excavations dont elle est environnée de toutes parts, les massifs doivent presque toujours être respectés : ainsi, pour bien caractériser ce mode particulier d'exploitation, il faudroit peut-être le nommer *ouvrage par massifs longs réservés* ou *permanens*.

Les tailles d'exploitation, établies entre ces massifs *permanens*, ne sont jamais poussées en avant sans que la partie de la couche où elles doivent pénétrer ait été préalablement reconnue par cinq trous de sonde; trois de ces trous, répartis sur le front d'une taille, sont dirigés comme elle; les deux autres, nommés *pareusage*, sont pratiqués obliquement dans les angles plans que forme le front de chaque taille avec les faces de deux massifs correspondans.

C'est ainsi que le mineur se tient continuellement en garde contre l'affluence des eaux accumulées dans ces lacs souterrains dont il a été fait mention ci-dessus, et qui, dans le pays, sont connus sous la dénomination de *bains*.

La *fig. 13* de la pl. 29 représente un mode d'exploitation par lequel on attaque, sur un grand espace à-la-fois, une couche de houille presque horizontale et peu puissante. C'est un exemple tiré des mines d'Oberkirchen, dans le pays de Schaumbourg. (*Voyez* tom. I.er de la *Richesse minérale*, pag. 162, et la carte pl. 1, au nord de Hameln.) Pays de *Schaumbourg*, Pl. 29, *Fig. 13*.

Imaginons que, le plan x y z & tournant autour de x y comme charnière, z & se rapproche de l'œil du spectateur, jusqu'à ce que la couche de houille x y z & soit devant lui comme un pupître foiblement incliné (environ de 5 degrés et $\frac{1}{2}$); alors la *fig. 13* fait voir la couche de houille que nous avons à considérer, coupée parallèlement à son mur. La puis-

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

sance de cette couche varie de 15 à 24 pouces; quelquefois son inclinaison indiquée ci-dessus augmente de plusieurs degrés, à cause des dérangemens ou accidens de courte durée que présente la couche. Voici comment s'opère habituellement l'exploitation d'un espace tel que x y z &:

Mode d'exploitation.

On commence par foncer deux puits d'extraction *a* et *b*, et de l'un à l'autre on pratique une galerie horizontale, suivant la direction de la couche. Cette galerie est en communication avec une galerie d'écoulement, qui porte au dehors toutes les eaux de l'exploitation.

A partir de la galerie *a b*, on pratique les galeries *k, l, m, n*, et de proche en proche jusqu'en *b d*; ces galeries montent à-peu-près suivant l'inclinaison de la couche. A l'extrémité de la première et de la dernière galerie montante, on fonce des puits *c* et *d*: la libre circulation de l'air et la facilité de l'extraction se trouvent ainsi assurées. On pourroit, à la vérité, foncer les puits plus éloignés l'un de l'autre; mais l'espace qu'il faudroit alors faire parcourir à la houille, dans l'intérieur de la mine, en deviendroit plus long, et par conséquent le transport exigeroit un plus grand nombre d'ouvriers, de sorte que les frais de roulage excéderoient ceux qu'entraîne le foncement des puits : joignez à cela que l'airage nécessiteroit des dispositions coûteuses, si la distance d'un puits à l'autre étoit plus considérable que ne l'indique la *fig. 13*. Tels sont les motifs de ces dispositions préparatoires, qui dépendent des localités.

Les massifs de houille *1, 2, 3, 4* jusqu'à *10*, s'exploitent, à partir de la galerie *a b*, par la méthode connue sous le nom d'ouvrage *à col tordu*.

Devant chacun de ces massifs, qui a 5 toises ou 10 mètres de largeur, sont placés deux ouvriers qui travaillent couchés sur le côté; chacun d'eux attaque la houille par une taille de 2 toises $\frac{1}{2}$ de large, qu'il continue de bas en haut sur toute la longueur du massif, soutenant le toit derrière lui, avec des pièces de bois debout, dont la longueur varie de 15 à 24 pouces, comme la puissance de la couche, et dont le diamètre est d'environ trois pouces.

Le roulage de la houille obtenue s'opère dans des chariots à quatre roues, dits *chiens de mine*, par les galeries *k, l, m, n*: la hauteur d'une telle galerie est de 4 pieds, quoique la taille contiguë dans laquelle se

traîne le mineur ait quelquefois moins de deux pieds de haut. C'est pour faciliter le roulage qu'on donne à ces galeries une hauteur plus grande que la puissance de la couche, en entaillant son mur et son toit. Les déblais provenant de ces entailles sont employés, partie à garnir les parois des galeries, d'un muraillement qui dispense de les boiser, si ce n'est à leur entrée, partie à remblayer l'espace excavé dans les tailles: quant à la galerie du fond *ab*, on lui donne 5 pieds de haut.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Lorsque toute la houille est enlevée, ainsi que nous venons de le voir, sur un espace tel que le parallélogramme *abcd*, on porte l'exploitation au-delà de *bd*, sur un espace semblable, en opérant de la même manière, et ainsi de suite.

Ouvrage par Gradins.

Les mines de houille des environs de Valenciennes et de Mons présentent de fréquentes applications de la méthode que nous avons nommée *ouvrage par gradins*.

Valenciennes et *Mons*.

Pour considérer ces exemples, reportons-nous d'abord à l'explication de la pl. 26, qui nous a déjà fait voir l'ensemble d'une mine dans ces contrées.

La *fig. 5* de cette planche représente deux ateliers disposés en gradins couchés, sur l'espace indiqué par yx dans la *fig. 4*.

Anzin, Pl. 26, *Fig. 5*.

En comparant ces deux figures, on reconnoîtra facilement les objets suivans: sur la *fig. 5*, xy, portion de la couche sur laquelle est établi l'ouvrage qui nous occupe;

g', *g''*, puits foncés sur la couche; (*Voyez* les mêmes lettres *fig. 4*.)

a, galerie d'alongement, suivant la direction de la couche;

b, galerie ou voie montante, suivant l'inclinaison;

c, galerie d'alongement supérieure;

j, *j*, *j*, voies qui mènent aux tailles *t*, *t*, *t*, *t*;

kg', galerie pratiquée au-dessous de la couche, pour mettre en communication la galerie *a* avec le puits *g'*;

r, *r*, *r*, espaces remblayés d'où la houille est déjà extraite par l'ouvrage qui s'est porté au-delà, de chaque côté des puits;

p, *p*, portes d'airage.

Sur chaque taille sont placés deux ouvriers, quelquefois trois. Ils

Exploitation de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 inv.

arrachent la houille de son gîte; de là, le combustible est roulé, par les voies partielles *j*, vers la voie commune *b*, puis en *a* vers le puits *g''*, par lequel on l'extrait jusqu'au jour.

La même disposition peut avoir lieu à-la-fois sur différentes couches *plantantes*, et à différens niveaux sur la même couche ; mais, aux mines d'Anzin, vu leur profondeur et la nécessité de mettre d'accord l'arrachement du combustible, le roulage intérieur et l'extraction au jour, dont la quantité est réglée pour chaque puits, ainsi que nous le verrons plus tard, on n'établit ordinairement que deux ateliers à-la-fois pour un même puits d'extraction. Ces ateliers, dont chacun comprend quatre tailles, et quelquefois six, sont, ou sur la même couche et au même niveau, comme on le voit *fig. 5*, ou sur deux couches différentes et à différens niveaux.

De cette manière, on est dispensé de l'entretien d'un grand nombre de voies de roulage, telles que *b* et *j*, *fig. 5*. Quand les voies *j*, *j* ont atteint une longueur de 100 à 120 mètres, on pratique, à partir de la galerie d'alongement *a*, une nouvelle voie montante *b*, d'où partent d'autres voies de roulage *j*, *j*. L'atelier étant ainsi porté plus loin du puits, on abandonne l'espace où l'arrachement est terminé.

Quant à l'airage, les flèches indiquent, par leur pointe, le sens dans lequel l'air circule. Ainsi, l'air entre par le puits *g''*; de là, contenu par les portes *p*, il se rend dans la galerie *a*, vers les tailles *t*, *t*, situées d'un même côté par rapport à la ligne xy; il circule sur tout le front de l'ouvrage par gradins couchés, remplissant les voies *j*, *j*; mais ne pouvant repasser immédiatement des galeries *b* à la galerie *a*, tant que les portes *p* sont fermées, c'est par la galerie *c* et par les tailles *t*, *t*, situées de l'autre côté par rapport à xy, que l'air revient en *a*; de là, il entre dans la galerie *k*, pour passer dans le puits *g'*, où se trouve un foyer, et par lequel il sort, faisant ainsi place à l'air extérieur qui entre dans la mine par l'autre puits.

Il est un grand nombre de détails importans dans l'exploitation d'une mine de houille, qui sont communs à tous les établissemens de ce genre, quel que soit le mode d'ouvrage qu'on y ait adopté. On pourra s'en faire une idée générale dans le cours de la description qui va suivre. Elle aura pour objet un exemple tiré des mêmes mines que le précédent, relativement à l'ouvrage par gradins renversés.

Il s'agit ici de l'exploitation d'un *droit*, c'est-à-dire, d'une portion de couche qui se rapproche de la situation verticale, telle que la portion *h 66 h*, au-dessous du puits v *g*, *fig. 4* de la pl. 26, ou toute autre portion des *droits* ou couches plongeantes, qui se voient en grand nombre dans ce même ensemble. EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Pour en venir aux détails, retournons à la pl. 29, et considérons la *fig. 10*, exemple tiré des mines d'Anzin près Valenciennes. Pl. 29, *Fig. 10*.

Soit b b′ un puits vertical (tel que *g*, pl. 26), ou plutôt la portion de ce puits qui a atteint le toit de la couche de houille x y z &. Imaginons, de plus, que x y z & tournant autour de x y comme charnière, tandis que b b′ reste vertical, la ligne horizontale z & de notre *fig. 10* s'éloigne de b b′, d'un petit nombre de degrés, de sorte qu'il en résulte, pour la couche de houille x y z &, l'inclinaison que présente un droit tel que *h 66 h*, dans la *fig. 4*, pl. 26.

Les choses étant ainsi, notre plan x y z & représente une coupe faite parallèlement au mur, dans la portion d'un *droit*, que nous considérons, et le puits vertical b b′ se trouve en avant de cette coupe, à laquelle il n'aboutit que par sa partie inférieure b′.

D'après les exemples que nous avons déjà présentés, au sujet des différentes méthodes employées pour l'exploitation de la houille, tant à Sarrebrück que dans le pays de la Marck, à Liége, à Mons et même à Valenciennes, au sujet d'une couche presque horizontale (*voyez* pl. 26 et 29), il sera facile de se figurer, sans nouvelle explication, comment on a poussé les tailles *t* de la *fig. 10*, horizontalement dans la houille, à droite et à gauche du puits b b′, en commençant par celles de la galerie a, puis en s'élevant, de taille en taille, sur l'inclinaison de la couche, et comment on a boisé et remblayé les espaces r, en ménageant les vides ci après, savoir :

a, la galerie d'alongement nommée *chasse* ou *voie de fond* à Anzin;

b b′, puits d'extraction;

c, galeries horizontales dites *voies de roulage;*

d, galerie horizontale, dite *châssis d'airage;*

e, galerie inclinée, entaillée dans le mur de la couche, et dite *voie*

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

montante, qui communique avec la galerie a et avec chacune des voies c.

Si l'on considère les points auxquels sont établies des portes d'airage *p*, et la direction des flèches qui indiquent, par leur pointe, comme ci-dessus, la route que suit l'air intérieur, après s'être introduit dans la mine par le puits b b', on verra facilement qu'après être monté par la galerie a dans les tailles *t*, du côté gauche, l'air descend par la galerie d dans les tailles *t*, du côté droit, et qu'ensuite il revient dans la galerie a ; là, trouvant des portes fermées *p*, l'air entre dans une galerie de traverse *i*, et il va remonter au jour par un autre puits, dans lequel est entretenu un foyer, quand ce moyen de dilatation est nécessaire.

Détails de la *coupe*.

Venons aux détails annoncés, concernant l'ensemble d'une grande exploitation de houille.

On appelle *coupe*, dans les mines d'Anzin, une quantité déterminée de houille qui doit sortir, pendant un poste de travail, par un puits correspondant à un certain nombre d'ateliers d'arrachement, dont l'ensemble est jugé capable de fournir cette quantité pendant le même temps. La même dénomination s'étend au nombre total d'ouvriers divers qui est employé pour obtenir la quantité déterminée de houille, et même à la durée de leur travail, qui varie de 9 à 12 heures. Il paroît que le mot *coupe* dérive du terme anglois *cope*, qui signifie le salaire accordé à un ouvrier par mesure de houille obtenue : quoi qu'il en soit, nous n'emploierons cette expression que dans le premier des sens indiqués ci-dessus. Dans ce sens, à Anzin, la coupe est ordinairement de 75 tonnes de houille, chacune de la capacité de 5 hectolitres $\frac{1}{2}$, et du poids d'environ 520 kilogrammes. Cette quantité doit être fournie dans un temps qui varie de 9 à 12 heures, suivant la profondeur du puits, par une société d'ouvriers composée assez ordinairement de 90 à 100 hommes, ainsi que nous allons le voir.

Supposons, pour plus de clarté, qu'il s'agisse d'établir l'arrachement de la houille sur une couche régulière de trois pieds de puissance, soit planante, soit plongeante. Dans ce cas, 8 tailles disposées comme on les voit, *fig. 5* de la pl. 26, ou *fig. 10* de la pl. 29, suffisent pour fournir la coupe de 75 tonnes.

En effet, si la couche ne contenoit absolument que de la houille pure,

sans aucune substance interposée, s'il ne se perdoit pas nécessairement une certaine quantité de houille menue, quatre tailles, chacune de 10 mètres de front, s'avançant chacune d'un mètre par le *havage*, en un poste de travail, et hautes chacune d'un mètre, puissance supposée de la couche, produiroient, ainsi qu'on peut le voir par un calcul fort simple, 40 mètres cubes de houille, dont le poids total seroit à-peu-près égal à celui d'une coupe de 75 tonnes; mais comme il n'en est pas ainsi, on affecte à la coupe plus de 4 tailles; et sur une couche d'un mètre de puissance, le nombre de ces ateliers, qui croit en raison de la pauvreté de la couche, varie le plus ordinairement de 6 à 8 pour une coupe.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Cette quantité de 75 tonnes exige communément l'emploi des ouvriers énoncés ci-après : (*Voyez fig. 10*, pl. 29.)

Emploi des ouvriers.

1.° A chaque taille, 3 mineurs qui travaillent pendant le jour, au total..... 24 hommes.

2.° Entailleurs de roc dans les huit tailles, dits *coupeurs de mur*, qui travaillent pendant la nuit, pour élargir les voies qui vont aux tailles, à mesure que la houille en est arrachée.... 12.

3.° Entailleur de roc, à la galerie d (dite *maillage*)..... 1.

4.° Entailleurs, à la voie montante e (dite *bronchage*)..... 2.

5.° Rouleurs de houille, dits *hercheurs*..... 20.

en supposant, comme dans les *fig. 5* de la pl. 26 et *fig. 10* de la pl. 29, que le roulage vers le puits d'extraction ait lieu par deux chasses *a*, a, l'une à droite, l'autre à gauche de ce puits, et que chacune de ces chasses ait 400 mètres de longueur depuis les tailles correspondantes jusqu'au puits.

6.° Pour le boisage, ouvriers dits *raccommodeurs*..... 5.

7.° Pour le transport des bois..... 5.

8.° Pour charger la houille aux tailles et à l'accrochage... 3.

9.° Pour le service de la machine à vapeur de rotation, qui extrait les tonnes..... 6.

10.° Pour le remblaiement..... 8.

11.° Un maître mineur..... 1.

TOTAL..... 87.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

On peut ajouter à ce total un huitième en sus, c'est-à-dire, 11 ouvriers, qui sont communément nécessaires pour divers travaux accessoires, quand les circonstances locales ne permettent pas de donner aux ateliers toute la régularité qu'indiquent les figures mentionnées ci-dessus.

Souvent alors il faut avoir recours à des treuils dits *tourets*, qui sont disposés intérieurement pour l'extraction partielle des roches, de la houille et des eaux contenues dans certains espaces, hors de la portée des moyens généraux de roulage, d'extraction et d'épuisement.

Souvent aussi, des ouvriers dits *galibots de défoncement* deviennent nécessaires pour traîner la houille dans des puits inclinés; d'autres, dits *rouleurs de charbon*, sont employés (quand il n'existe pas de voie montante telle que e, *fig. 10*, pl. 29) pour jeter la houille dans la galerie d'alongement a, par des *cheminées* qu'on ménage alors au sein des déblais r: enfin, si l'airage exige l'entretien d'un foyer, un ouvrier est chargé de cet objet, sous le nom de *tiseur de feu*. Ces indications suffiront pour faire voir que si, dans une exploitation régulière et dans les circonstances exposées ci-dessus, la *coupe* de 75 tonnes peut être fournie par 87 hommes, le défaut de régularité dans les travaux souterrains, et en général la moindre variation dans les circonstances locales, peut facilement élever le nombre des ouvriers nécessaires jusqu'à 100 et même au-delà, comme aussi quelquefois il est moindre.

Il est des cas où chaque taille n'exige que 2 mineurs, et où 70 ouvriers suffisent pour procurer la coupe, tandis que, dans d'autres, il faut jusqu'à 6 mineurs par taille, et jusqu'à 150 et même 200 ouvriers pour tout l'ensemble des travaux d'une coupe de 75 tonnes. Cela dépend de la puissance de la couche, du nombre des tailles affectées à la coupe, du nombre des chasses qui correspondent à ces tailles, de la longueur de ces chasses, et enfin de toutes les difficultés variables que peut présenter l'espace qu'il s'agit d'exploiter. Nous avons pris pour exemple un cas susceptible d'offrir, à cet égard, un terme moyen.

Il est rare, dans les mines d'Anzin, qu'un nombre constant de tailles soit long-temps en activité sur un même espace à exploiter : cela provient, non-seulement des variations de puissance et d'abondance que présente une même couche de houille en exploitation, mais encore, et

principalement, des variations d'inclinaison auxquelles cette couche peut être sujette. Si, d'un côté du puits, elle se rapproche de la situation horizontale, on augmente le nombre des tailles dans cette partie; mais si elle se redresse, on le diminue. Le but qu'on se propose en se conduisant ainsi, est de maintenir dans une ligne horizontale la partie supérieure de la taille la plus élevée (*voyez* d d, *fig. 10*, pl. 29), afin que, lorsqu'on commence une nouvelle chasse d au-dessus de la chasse a par laquelle on exploite actuellement, cette nouvelle voie soit parfaitement horizontale, et par conséquent favorable au roulage. Quelquefois, quand les couches de houille sont minces et presque horizontales, on est obligé, pour obtenir la coupe de 75 tonnes, de faire marcher à-la-fois jusqu'à 15 tailles, et même plus, par 3 ou 4 chasses, telles que a, établies dans différentes couches et à différentes profondeurs.

Exploitation de la Houille; Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Le nombre d'ouvriers nécessaire pour fournir une coupe de 75 tonnes de houille, ne varie pas moins par rapport au roulage dans les galeries, que par rapport à l'arrachement dans les tailles.

Roulage.

On prend pour base, dans les mines d'Anzin, que chaque ouvrier appliqué au roulage, qui est disposé par relais sur tout l'espace à parcourir, doit transporter dans sa journée 75 tonnes, c'est-à-dire, 375 hectolitres de houille, en les traînant, hectolitre par hectolitre, à une distance de 20 mètres, pour revenir à son poste après chaque voyage : ainsi, l'ouvrier doit parcourir 7500 mètres par jour, avec sa charge, et autant à vide. C'est d'après cette donnée générale qu'on règle le roulage pour tous les cas, en établissant une compensation entre le nombre et la longueur des relais qui sont nécessaires, d'après les circonstances locales, pour que la coupe parvienne des tailles au puits d'extraction.

Si, par exemple, les tailles affectées à la coupe sont disposées de manière que le roulage n'ait lieu que par un seul système de galeries (tel que seroit a e considéré seulement du côté droit, par rapport à b b', *voyez fig. 10*, pl. 29), alors la règle ci-dessus s'applique sans modification; chaque relais de roulage est de 20 mètres, et le nombre d'ouvriers nécessaire pour cet objet ne dépend plus que de la distance totale des tailles au puits d'extraction. Mais si l'on ne peut obtenir la

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 ter.

coupe que par le moyen de deux chasses a, situées (comme dans la *fig. 10*), l'une d'un côté, l'autre du côté opposé par rapport au puits, il est clair que chacun des ouvriers disposés par relais sur l'une et sur l'autre chasse, ne roule que la moitié de la coupe; et comme il a moitié moins de voyages à faire que dans le cas d'une coupe entière, on double la distance à parcourir dans chaque voyage: alors chaque relais devient une longueur de 40 mètres: s'il y avoit 4 chasses, chaque relais seroit de 80 mètres, parce qu'alors chacun des ouvriers appliqués au roulage n'auroit à transporter, hectolitre par hectolitre, que le quart de la coupe.

Pl. 29, *Fig. 11. Trait du Seigneur* près Mons.

La *fig. 11* représente un mode d'exploitation qui est connu, dans les environs de Jemmapes, sous le nom de *maintenage.* L'exemple en est tiré (en 1810) de la mine dite *Trait du Seigneur*, à $\frac{1}{4}$ de lieue de Mons. Il s'agit ici de l'exploitation d'une couche de houille qui se rapproche de la situation verticale *(d'un droit)*, et dans laquelle abonde le gaz inflammable, nommé *grisou* par les ouvriers.

La couche à exploiter est atteinte à une profondeur de 86 toises, ainsi qu'il suit :

Soit *a* un puits vertical d'extraction, au fond duquel communique une galerie horizontale c;

Soit *b* un puits vertical d'airage, au fond duquel communique une galerie horizontale e;

Imaginons que la portion z & x y de la *fig. 11*, qui représente le plan de la couche de houille, tourne autour de z & comme charnière, de manière que x y se rapproche de l'œil du spectateur, et jusqu'à ce que le plan de la couche de houille fasse un angle d'environ 30 degrés avec les lignes verticales des puits *a* et *b*.

Mode d'exploitation.

Les choses étant dans cet état, on voit, dans leur situation réelle, la couche de houille et les travaux d'exploitation auxquels elle donne lieu. Il résulte de ce qui précède, que cette couche fait un angle d'environ 60 degrés avec le sol des galeries horizontales c, e, qui sont pratiquées à son *mur;* c'est du fond des puits *a* et *b* que partent ces galeries de traverse c, e, pour aboutir, l'une à la galerie d'alongement *d*, et l'autre à la taille supérieure *t* e.

Les mineurs, au nombre de 8, sont disposés, un par un, devant les tailles ou gradins *t, t, t;* chacun d'eux avance de 5 pieds par jour dans la couche, en *havant* suivant sa direction; et abat la houille sur toute la hauteur d'un gradin, qui est de 6 pieds, comptés suivant l'inclinaison de la couche. Comme la puissance de cette couche est de 2 pieds et $\frac{1}{2}$ à-peu-près, il en résulte que les huit ouvriers obtiennent, par jour, environ 600 pieds cubes de combustible, équivalant à 206 hectolitres, dont chacun pèse communément 200 livres; ainsi, le produit du travail de chaque homme est une quantité de 75 pieds cubes. Cette quantité est égale à celle que chacun des ouvriers employés sur les gradins de la *fig. 10* à Anzin, obtiendroit sur une couche de 2 pieds et $\frac{1}{2}$ de puissance, comme il est facile de le calculer d'après les détails présentés concernant l'avancement par le havage et les dimensions des tailles. (Voyez *fig. 10.*)

Exploitation de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

A Mons, de chacune des tailles *t (fig. 11)*, le mineur fait tomber dans la taille immédiatement inférieure la houille qu'il obtient; c'est ainsi que, de proche en proche, le combustible parvient à la galerie d'alongement *d*, d'où il est ensuite roulé vers le puits *a*, ainsi que nous le verrons plus tard.

Cette méthode a l'inconvénient grave de ne procurer que de la houille brisée par la chute rapide. La suite d'angles saillans et rentrans que présentent les petits gradins *t*, dont l'ensemble constitue le *maintenage*, est un obstacle à la circulation de l'air. En général, cette disposition des tailles doit être évitée dans les mines où la houille fournit beaucoup de gaz hydrogène. Dans celle qui nous occupe, ce vice inhérent au maintenage est corrigé au moyen des dispositions suivantes :

Inconvénient du *maintenage.*

1.° On dirige sur un seul maintenage toute la colonne d'air fournie par le puits principal *a;* 2.° on ne laisse jamais qu'un passage très-étroit entre le front de chaque gradin du maintenage et les remblais r, avec lesquels on remplit l'espace exploité; 3.° on ne pratique, au milieu de ces mêmes remblais, aucune galerie ou cheminée qui puisse servir de réceptacle au gaz hydrogène; 4.° on a soin de modérer convenablement l'activité du feu dans la cheminée d'airage qui surmonte le puits *b;* quel-

Exploitation de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Roulage.

quefois même on supprime ce foyer, de peur qu'il ne donne lieu à l'inflammation du gaz hydrogène.

La méthode de roulage, qui est usitée dans les mines des environs de Valenciennes, présente plus d'avantages que celle qu'on emploie dans la mine dite *Trait du Seignenr*, près Mons, dont nous nous occupons. Ici, il s'agit de transporter la houille obtenue des tailles *t, t (fig. 11)*, vers le puits d'extraction *a*, qui est éloigné de 200 toises (en l'année 1810). Chacun des *herckeurs*, qui sont au nombre de 17, ne traîne à-la-fois qu'un demi-hectolitre de houille, et fait dans sa journée 29 voyages, aller et retour, depuis la taille jusqu'au puits, tout d'une traite : ainsi chacun d'eux traîne, par jour, à-peu-près 15 hectolitres à une distance de 200 toises; et par conséquent, 20 ouvriers employés de la sorte traîneroient, à cette même distance, 300 hectolitres dans leur journée.

A Anzin, l'expérience journalière prouve que 20 ouvriers répartis, de 10 en 10 toises, sur la même longueur de 200 toises, peuvent transporter, dans la journée, 75 tonnes ou 375 hectolitres de houille; il en résulté que la manière dont la force des *hercheurs* est employée dans les mines d'Anzin, permet, avec un égal nombre d'hommes, de faire parcourir un même espace, et dans un même temps, à une quantité de houille plus considérable, qu'on ne le fait dans la mine du *Trait du Seigneur*, près Mons, et cela dans le rapport de 375 à 300 : c'est un quart en sus à l'avantage d'Anzin.

Les détails que nous présentons ailleurs, concernant le roulage des mines qui se pratique en Silésie, d'après l'exemple de l'Angleterre, feront voir que si le roulage est déjà mieux entendu dans les mines d'Anzin, de Fresnes et Vieux-Condé, que dans plusieurs autres mines de la France, il reste cependant encore de grands progrès à faire dans cette partie importante de l'exploitation. Que seroit-ce donc, si l'on comparoit, avec le roulage des mines appliqué en Silésie, la méthode de transport intérieur qui est usitée dans quelques-unes des mines de houille de la France ? Là, dans des voies tortueuses qui souvent ressemblent à des puits inclinés, un même ouvrier transporte péniblement, sur son dos, un petit sac de houille depuis la taille jusqu'au puits d'extraction. Un tel mode de transport ne mérite pas qu'on s'arrête à en démontrer l'absurdité.

La *fig. 12* présente une méthode prompte d'exploiter une couche de houille dont l'inclinaison n'est que de 15 degrés; l'exemple en est tiré de l'établissement désigné par le nom de la *Fosse du Bois au Flénu*, près Mons.

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

Pl. 29, *Fig. 12. Fosse du Bois* près Mons.

Imaginons que, le plan x y z & tournant autour de x y comme charnière, z & se rapproche de l'œil du spectateur, jusqu'à ce que ce plan soit devant lui comme un pupître incliné de 15 degrés; alors, la *fig. 12* présentera l'image exacte d'une coupe faite dans le plan de la couche de houille que nous allons considérer. On y distinguera les travaux suivans :

a, puits d'extraction qui, dans cette mine, a 80 toises de profondeur;

b, puits d'airage dans lequel on entretient un brasier;

d, voie d'airage, par laquelle l'air extérieur se rend du puits *a* dans les tailles *t*, suivant la route que les flèches indiquent par leur pointe, jusqu'au puits *b*, par où l'air sort;

e, entailles que l'on pratique, pendant la nuit, dans la houille, sur le côté des tailles, afin que, pendant le jour, il n'y ait plus qu'à abattre la houille sur le front *t*;

Mode d'exploitation.

m m, galerie d'alongement dite *sougment*, ou voie de dessous. Cette galerie réunit les eaux, pour les porter vers une machine d'épuisement. A son extrémité y, on pousse une taille suivant la direction de la couche, tandis que les tailles *t* montent suivant l'inclinaison. La taille y s'éloigne de plus en plus du puits, à mesure que les tailles montantes *1 t e*, *2 t e*, *3 t e*, s'éloignent de la galerie *n*, et que la taille *1 t e* s'approche de la partie remblayée z r &, qui doit être sa limite; il en résulte que, quand la taille *1 t e* est épuisée, il se trouve un espace préparé, à l'endroit marqué *4*, pour une nouvelle taille montante : de cette manière, si les moyens d'extraction le permettoient, il pourroit y avoir toujours en activité trois tailles montantes, telles que *1 t e*, *2 t e*, *3 t e*, et ainsi de suite. Sur chacune de ces tailles, douze mineurs sont placés de front, occupant chacun un espace de 4 pieds $\frac{1}{2}$; ils avancent de 8 pieds par jour dans la houille, sur toute la largeur de la taille, qui est de 54 pieds : ainsi, chaque homme, dans sa journée, dépouille 36 pieds carrés parallèlement au mur de la couche. On voit que, par cette méthode, en suppo-

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

sant une couche de 3 pieds ou un mètre de puissance, chacun de ces ouvriers, dit *piqueur à la veine*, peut détacher 108 pieds cubes de houille dans sa journée, c'est-à-dire, un peu plus de 37 hectolitres, et que, dans le même temps, les trente-six piqueurs répartis sur les trois tailles pourroient obtenir environ 1332 hectolitres de combustible. Mais une seule machine, telle qu'elle existe sur le puits *a*, ne suffiroit pas pour élever au jour une aussi grande quantité de houille; afin de coordonner ensemble l'extraction et l'arrachement du combustible, on est obligé de diminuer le nombre des tailles en activité. Une seule taille suffiroit, dans le cas supposé d'une couche de 3 pieds de puissance, puisque les douze piqueurs qui y seroient employés fourniroient environ 450 hectolitres de houille, ce qui fait un cinquième en sus de la coupe d'Anzin ci-dessus détaillée. On voit, par la même raison, que si la puissance de la couche se réduisoit à 18 pouces, deux tailles pourroient être tenues à-la-fois en activité : enfin, ce ne seroit que pour une puissance extrêmement foible, que l'on pourroit faire marcher en même temps les trois tailles dont l'ouvrage entier se compose.

La houille obtenue des tailles est roulée, par les galeries inclinées *q*, dites *montées*, dans la galerie *n*, dite *coistresse*, ou voie de fond, et de là au puits *a*, d'où elle est élevée au jour par une machine.

Nous ne nous arrêterons pas au remblaiement r et au boisage, qui s'exécutent, comme nous l'avons vu ailleurs, à mesure que les tailles s'avancent dans la couche de houille. La circulation de l'air est assurée par les portes d'airage *p*, qu'on peut ouvrir et fermer à volonté, comme nous l'avons déjà indiqué par d'autres exemples; remarquons seulement ici que la porte *p* de la voie *n* est percée d'un trou, afin qu'une petite portion de l'air extérieur qui entre par le puits *a* pour passer dans la voie *d*, puisse se porter directement vers la taille y; là, cette petite portion d'air se joint à l'air qui vient des tailles *t*, *t*, et se rend avec lui dans la galerie *m*, puis enfin dans le puits *b*, les portes *p* étant habituellement fermées et ne s'ouvrant qu'instantanément pour le service du roulage.

Pl. 29, *Fig.* 13 à 17.

Relativement aux *fig.* 13 à 17 de la pl. 29, on se rappellera que nous les avons déjà considérées dans ce qui précède (pag. 454).

Quant aux pl. 28 et 30, une explication particulière de chacune d'elles terminera ce chapitre X, dans le cours duquel nous avons eu occasion de les considérer d'une manière générale. EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter*.

Le mode d'exploitation qui est usité dans le Yorckshire et dans plusieurs autres parties de l'Angleterre, sous le nom de *broad-way* [voie large], a de l'analogie avec celui que nous venons de voir d'après la *fig. 12* de la pl. 29. Un coup-d'œil sur la pl. 41 *ter, fig.* A, suffira pour en donner une idée. Cette figure est un supplément à la pl. 29; elle fait voir la disposition des travaux dans le plan d'une couche de houille peu puissante, qui s'incline seulement de quelques degrés : le sens de l'inclinaison est indiqué par deux pointes de flèche, sur la ligne horizontale x y qui exprime la direction de la couche. Mines du *Yorckshire*.

D'après ce qui précède, on distinguera facilement les objets suivans : Pl. 41 *ter, Fig.* A.

a b, galerie principale que l'on commence par percer dans la houille, à droite et à gauche du fond du puits c;

c, puits vertical, aboutissant au jour et divisé en deux compartimens par une cloison;

a d, c e, b f, galeries montantes, pratiquées à partir de la galerie principale a b.

Chacune de ces galeries est garnie de cloisons et de portes d'airage. Entre a d et c e, de même qu'entre c e et b f, une grande taille (*t* ou *t'*) s'avance, en montant sur la couche; ces deux tailles sont disposées en *gradins couchés*, l'une relativement à l'autre. Devant chacune des tailles *t*, *t'*, s'étendent plusieurs rangées d'étais de bois (*g*, *g*), que l'on rapproche successivement du front des tailles, en abandonnant le toit de la couche à un affaissement graduel, à mesure que ce front s'éloigne de la partie exploitée.

Dans les espaces r, r, la houille est déjà enlevée et l'affaissement graduel du toit s'est opéré.

Des portes doubles d'airage (*p*) empêchent l'air de revenir directement de la taille *t* au puits c. Les pointes de flèche que l'on voit dans les espaces excavés, indiquent la circulation de l'air : il entre par le compartiment situé à gauche du puits c; après avoir passé devant les tailles *t*, *t'*,

EXPLOITATION de la Houille, Pl. 25 à 30, 41 *ter.*

il va sortir par l'autre compartiment, où l'on entretient un foyer d'airage.

Quand les tailles *t, t'* sont parvenues à une certaine distance de la galerie a b, on commence une autre taille à droite ou à gauche du puits c. On peut aussi, selon ce qu'indiquent les localités, joindre ensemble les galeries montantes a d, c e, b f, par des voies parallèles à la galerie a b; alors, à partir de ces voies, on peut établir de nouvelles tailles semblables aux précédentes. De toutes ces tailles, le roulage le plus actif vers le puits d'extraction c est organisé par le moyen des chemins de fer que nous considérerons ailleurs. (*Voyez* pl. 30 et 41 *ter.*)

Exemples de Navigation souterraine et d'Exploitation de la Houille.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 28.

Mine de Houille dite Fuchsgrube, *en Silésie.*

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

LES célèbres exploitations de houille que possède la Silésie, doivent leur prospérité, toujours croissante, à une application sage des procédés dont l'art des mines s'est enrichi depuis quelque temps. Parmi ces exploitations, l'une des plus florissantes et des plus instructives est en activité depuis l'année 1768, auprès de *Waldenburg*, dans la basse Silésie. On la désigne par le nom de *Fuchsgrube zu Weiss-stein :* c'est cette mine que nous allons étudier.

Nous examinerons successivement :

1.° La disposition naturelle ou le gisement du dépôt houiller sur lequel elle est ouverte ;

2.° La disposition générale des travaux qui concernent tout l'ensemble de la mine ;

3.° Le mode d'exploitation, proprement dit, par lequel on obtient le combustible d'une partie déterminée de la mine ;

4.° Le mode de roulage à l'intérieur, et de transport au jour.

1.° Gisement, *Fig. 1* et 2.

La concession totale dont jouit la mine qui nous occupe, comprend 12 couches de houille, qui sont distinguées, sur les *fig. 1* et 2, par les

mêmes chiffres qui servent à les dénommer dans le pays. Au-delà et au toit de la couche n.° *12*, on a reconnu 6 autres couches de combustible, parmi lesquelles le n.° *13* est l'objet d'une exploitation distincte, qui porte le nom d'*Emiliengrube*. Le n.° *14* ne s'est pas montré digne d'être exploité. Quant aux numéros suivans, on se propose d'établir un jour, sur les couches qu'ils indiquent, des travaux qui partiront de la mine de *Fuchsgrube;* il en sera de même à l'égard de plusieurs autres couches de houille qui sont connues au-delà et au mur de la couche n.° *1*. (Voyez *fig. 1*, les n.os depuis *1* jusqu'à *18*.)

Bornons-nous désormais à considérer les couches n.° *1* à *13*, dont l'exploitation a procuré la connoissance complète du dépôt houiller.

La direction de ce système de couches est indiquée par la *fig. 2*, sur laquelle les mêmes numéros se rapportent aux mêmes couches que sur la *fig. 1* : celle-ci fait voir l'inclinaison des couches, et le dérangement qui a lieu, des n.os *9* à *12*, par l'effet d'une fente *xy*. Du reste, l'allure des couches est assez régulière dans la mine que nous considérons ; mais au-delà de quelques autres mines qui sont ouvertes sur la direction des mêmes couches, tant à l'est qu'à l'ouest, le dépôt houiller prend une autre allure, suivant en direction et en inclinaison les sinuosités et les pentes des montagnes de porphyre qui le supportent, d'une manière analogue à ce qui a été observé ailleurs. (*Voyez* pl. 27, *fig. 9*.)

La puissance des différentes couches varie entre 18 pouces (épaisseur du n.° *3*), et 1 toise et $\frac{1}{2}$ (épaisseur du n.° *8*); quelquefois même la puissance de cette dernière couche s'élève à 1 toise $\frac{3}{4}$.

L'argile schisteuse forme le toit et le mur de toutes les couches, excepté des n.os *1*, *12* et *13*. Dans celles-ci, le toit est de grès, et le mur d'argile schisteuse : dans toutes, excepté dans les n.os *3* et *12*, l'argile molle, dite *letten*, se présente en lits ordinairement très-minces, qui sont interposés dans la houille, et qui divisent ainsi la couche en plusieurs bandes parallèles. Sur la couche n.° *6*, un semblable lit d'argile molle, dont l'épaisseur s'élève jusqu'à 27 pouces, sépare la houille de son toit d'argile schisteuse, et réduit à 25 pouces l'épaisseur du combustible.

2.° Travaux d'ensemble.

Dans l'origine, cette exploitation fut débarrassée de ses eaux par une galerie d'écoulement ab (*fig. 1*); mais dès l'année 1781, on sentit la

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

nécessité d'en pratiquer une autre (ABCD) à 10 toises au-dessous de la première : en 1792, la nouvelle galerie d'écoulement fut continuée de manière à traverser, un jour, toute l'exploitation; depuis cette époque, on l'a convertie successivement, sur toute sa longueur, en un canal de navigation souterraine, dont la hauteur est aujourd'hui de 1 toise $\frac{1}{4}$, et la largeur de $\frac{3}{4}$ de toise. L'orifice extérieur de cette galerie est situé sur la route qui conduit de *Waldenburg* à *Freyburg*. (Voyez D, *fig.* 2.) En cet endroit, les eaux souterraines qui sortent de la galerie ABCD, sont retenues dans un bassin situé à l'extérieur, et par ce moyen élevées dans la mine au niveau convenable pour la navigation. Ce niveau est communément de 40 à 42 pouces au-dessus du sol de la galerie. L'espace qui se trouve entre la ligne hn et le point A, indique l'accroissement que ce canal a reçu en 14 années, depuis 1796 jusqu'à la fin de 1810, époque où sa longueur totale étoit de 666 toises $\frac{1}{4}$. Pour faciliter le percement de cet ouvrage, on a pratiqué, sur sa direction, 6 puits verticaux, *a, b, c, d, e, f,* dont les trois premiers sont aujourd'hui bouchés en maçonnerie; les trois autres servent de cheminées d'airage.

Galerie navigable.

La galerie d'écoulement navigable ABCD, coupe, sous un angle presque droit, comme on le voit *fig.* 1 et 2, les galeries d'alongement qui sont pratiquées, au même niveau, dans les diverses couches de houille, suivant leur direction. Dans la couche n.° *8*, la galerie d'alongement (*8* e e' *8*) est aussi rendue navigable, de sorte qu'elle forme un embranchement du canal souterrain ABCD. A cet embranchement communiquent plusieurs galeries de traverse, telles que f, g: les galeries d'alongement hn, jk, sont aussi des embranchemens préparés de la galerie ABCD: mais le plus remarquable, c'est celui de la couche n.° *8*; il est revêtu d'un muraillement sur toute sa longueur, qui est de 445 toises $\frac{7}{8}$: la *fig.* 2 n'en fait voir qu'une partie; (comparez *fig.* 3.)

Dans la galerie ABCD, plusieurs parties ont exigé un revêtement en maçonnerie: leur longueur totale est de 257 toises $\frac{5}{8}$; elles sont distinguées, sur la *fig.* 2, par une double ligne, comme, par exemple, la partie CD; le reste de la galerie, c'est-à-dire, une longueur de 408 toises $\frac{5}{8}$, est pratiqué dans le roc nu. Parmi les parties muraillées de

cette galerie, remarquons les espaces ou élargissemens l, m, n, j, qui permettent le passage de deux convois de bateaux, quand ils viennent à se rencontrer dans la galerie; on voit aussi de semblables élargissemens sur l'embranchement e e′ *8*. Quand un convoi de bateaux arrive dans un tel espace, son conducteur, au moyen d'un signal convenu, s'informe s'il en vient quelque autre en sens inverse; dans le cas d'une réponse affirmative, le premier se range dans l'un des bras de l'élargissement, pour laisser passer le second dans l'autre bras.

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

Le percement de la galerie ABCD, y compris son muraillement et les puits *a, b, c, d, e, f*, a coûté, jusqu'à la fin de l'année 1810, environ 29124 écus de Prusse *[reichsthaler]*. Son embranchement e e′ *8* a coûté, tout compris, mais soustraction faite du prix de la houille qu'on a obtenue en le pratiquant, environ 7828 rthlr. : ainsi l'établissement de cette navigation souterraine a nécessité une dépense totale d'environ 36951 rthlr. [ou 136718 francs], répartie sur un grand nombre d'années. En 1810, il en étoit déjà résulté, pour la mine de *Fuchsgrube*, sans compter la mine dite *Emiliengrube*, qui dépend des mêmes actionnaires, l'avantage d'élever son extraction annuelle à 373691 boisseaux *[scheffel]* de houille, pesant environ 503916 quintaux de 132 livres, poids de Breslau. Dans cette quantité, qui ne peut que s'accroître encore d'année en année, plus de la moitié est de la houille en gros quartiers. La valeur brute du produit total est d'environ 180000 francs, et le produit net de 60000 francs par année. Ces faits sont propres à recommander l'application sage des grands procédés de l'art des mines.

Attaque des couches.

Passons à la partie des travaux préparatoires qui a pour objet direct de pénétrer dans les couches à exploiter. On suit ici, à cet égard, un usage dont on ne s'écarte que rarement; c'est de ne pas attaquer une couche inférieure, avant d'avoir épuisé la couche supérieure, et avant d'y avoir laissé s'opérer l'affaissement qui résulte de son exploitation. On s'écarte cependant de cet usage dans quelques circonstances particulières, par exemple dans le cas où une masse de roche considérable sépare deux couches.

Pour ce qui concerne une seule et même couche, les travaux d'exploitation s'y divisent en deux étages : l'un occupe l'espace compris entre

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

le niveau de la galerie supérieure d'écoulement (a b, *fig. 1*) et l'affleurement de la couche au jour; l'autre, qu'on nomme l'*étage de la navigation*, s'étend depuis la galerie navigable A B C jusqu'au niveau de la galerie a b. Comme c'est ce dernier étage qui présente le plus d'intérêt, bornons-nous à le considérer, et ne nous arrêtons même qu'à la couche n.° *8*, qui est la plus importante. La description des travaux pratiqués sur cette couche, dans l'étage que nous considérons, suffira pour faire voir comment on procède dans les autres parties de la mine, qui s'exploitent toutes d'après les mêmes principes. (Voyez *fig. 3*.)

Fig. 3.

Sur le plan des travaux exécutés dans la couche de houille n.° *8*, on reconnoîtra facilement la galerie navigable e e' *8* de *fig. 2*, et le point (F) de sa jonction avec la galerie d'écoulement A B C D rappelée par la ligne F G: ainsi nous pouvons supposer que la *fig. 2*, au moyen des méridiens magnétiques et des échelles différentes, qui sont indiqués sur la planche, soit rapportée convenablement sur la *fig. 3*, et ne plus considérer que celle-ci, dans l'explication qui va suivre.

Imaginons que, la galerie navigable e e' *8* conservant sa situation horizontale, tout le reste de la *fig. 3* se soit relevé vers l'œil du spectateur, comme un pupître dont l'inclinaison est indiquée, *fig. 1*, par celle de la couche n.° *8*: dans cet état de choses, la *fig. 3* fait voir, dans leur situation réelle, les travaux exécutés sur la couche n.° *8*, comme si ces travaux étoient coupés par un plan parallèle au toit et au mur. Il suffira de jeter un coup-d'œil sur les indications d'années qui se trouvent dans les parties exploitées, depuis 1798 jusqu'à 1810, pour entrevoir dans quel ordre on enlève successivement toute la houille; les détails suivans compléteront l'explication :

3.° Exploitation.

Le mode d'exploitation, proprement dit, comprend la préparation de l'espace qu'on se propose d'attaquer, et l'arrachement de la houille qu'il renferme. Voici quels sont les principes qui dirigent la préparation successive des espaces :

1.° Suivant la direction de la couche n.° *8*, on prolonge la galerie navigable vers le nord-ouest, en reconnoissant toujours la couche par une petite galerie d'alongement, qui précède le percement principal.

2.° Suivant l'inclinaison de cette même couche, on pratique, à partir de la galerie navigable, des galeries inclinées, telles que sont *lm* et *no*, dans l'espace que nous prenons pour exemple. Ces galeries sont poussées jusqu'au niveau supérieur (a b, *fig.* 1), de sorte qu'elles ont ordinairement 28 toises de longueur; leur hauteur et leur largeur permettent de les garnir d'une charpente : elles sont ainsi converties en de véritables puits inclinés, qui sont boisés suivant la méthode ordinaire.

3.° A la partie inférieure de chacun de ces puits inclinés, dont les analogues *pq* sont indiqués dans les espaces déjà exploités, il se trouve, dans la galerie navigable, un de ces élargissemens de passage dont il a déjà été question.

4.° A partir de chacun des puits inclinés *lm*, *no*, on pratique, à différens niveaux, les galeries d'alongement qui sont indiquées, *fig.* 3, par les chiffres 1, 2, 3, 4. Il importe ici de remarquer que, pour l'exploitation d'un espace tel que *l m n o*, les galeries d'alongement qui partent de l'un des puits inclinés se dirigent vers l'emplacement de l'autre puits.

5.° Enfin, au moyen d'une galerie inclinée *rs*, on divise en deux parties l'espace compris entre deux puits inclinés, tels que *lm*, *no*.

L'espace à exploiter se trouve ainsi partagé en piliers ou massifs, plus longs suivant la direction de la couche, que larges suivant son inclinaison. Ces massifs longs sont ensuite débités, pour ainsi dire, en massifs courts.

L'arrachement de la houille s'y opère, comme l'indique la *fig.* 3, à partir de *rs* vers *no*, puis à partir de *rs* vers *lm*, de sorte que le combustible qui provient de l'espace *rsno*, sort par le puits *no*, et celui qui provient plus tard de l'espace *rslm* sort par le puits *lm*. La *fig.* 3 fait voir le premier de ces espaces déjà exploité, tandis qu'on s'occupe d'exploiter le second, à partir de sa partie supérieure. En même temps, un espace *lm zz'* se prépare pour l'exploitation, dans l'étage qui nous occupe, d'une manière analogue à ce que nous venons de voir : tel étoit l'état des travaux à la fin de l'année 1810. Voyons maintenant comment on exploite un pilier de houille ou massif, considéré isolément, par exemple celui qui porte l'indication 1810, à gauche de la galerie *rs*; une portion

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

Ouvrage par massifs courts.

de ce massif est déjà enlevée par le procédé que nous allons indiquer.

Le mineur, placé dans la galerie d'alongement *4*, en face d'une portion déterminée de pilier, telle qu'est la portion *t*, pratique l'entaille de dépouillement dans un lit d'argile molle, d'un pouce d'épaisseur, qui sépare en deux parties la puissance de la couche n.° *8*. On donne communément à cette entaille une demi-toise de profondeur, avec une largeur égale à celle de la portion de pilier *t*, qui varie de 4 à 6 toises. Le dépouillement de la couche étant terminé, le mineur procède, comme à l'ordinaire, pour abattre la houille, au moyen d'une entaille verticale pratiquée sur le côté, et de coins chassés dans le haut de la portion qu'il se propose d'obtenir. Quelquefois on est obligé d'employer la poudre. Dans tous les cas, on laisse, au toit ébouleux de cette couche puissante, une petite épaisseur de houille qu'il seroit dangereux d'enlever. Quant à la partie qui est située au-dessous de l'entaille de dépouillement, on l'obtient facilement à l'aide de coins. Par l'opération que nous venons de voir, le mineur détache un bloc de houille qui a communément 7 pieds de haut, puissance de la partie exploitable de la couche, 4 toises de front (largeur de la portion *t* dans la galerie n.° *4*), et 3 pieds dans sa troisième dimension, que détermine, ainsi que nous l'avons vu, la profondeur de l'entaille de dépouillement; il en résulte à-peu-près 500 pieds cubes de houille, qui sont transportés au dehors, comme nous le verrons plus tard. Après en avoir débarrassé l'atelier et avoir étayé le toit, dans l'espace qui vient d'être excavé, le mineur poursuit l'arrachement de la même manière, en s'élevant, suivant l'inclinaison de la couche, dans la portion de pilier *t*, et il répète l'opération décrite, jusqu'à ce qu'il soit parvenu à la galerie d'alongement supérieure *(5)*.

Toute la portion *t* étant enlevée par ce moyen, le mineur redescend dans la galerie *4*, pour attaquer de même une nouvelle portion semblable à la précédente. Il continue ainsi jusqu'à ce qu'il ne soit plus éloigné que de 4 ou 5 toises du puits incliné *(l m, fig. 3)*, dont il se rapproche de plus en plus. Cette dernière portion du pilier de houille reste intacte, tant que le puits est nécessaire; après quoi on la reprend aussi, en se portant du haut vers le bas. On en voit un exemple dans les parties qui furent exploitées en l'année 1799.

Après avoir enlevé une portion de pilier telle qu'est *t*, on en retire les étais et le boisage, autant qu'il est possible : pour cet effet, on donne à l'ouvrier une petite gratification pour chaque étai qu'il rapporte; il en résulte que l'affaissement s'opère, de proche en proche, dans la partie exploitée, à mesure que le mineur s'en éloigne pour n'y plus revenir. NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

Tout le travail dont il vient d'être question s'exécute à prix fait, par postes de 12 heures : il est distribué de manière que si le dépouillement ou *havage* s'opère pendant le poste de jour, l'*abattage* de la houille a lieu pendant le poste de nuit, et réciproquement.

Dans l'étage qui est situé au-dessus de celui que nous avons considéré, la préparation des piliers et l'arrachement de la houille s'opèrent absolument comme nous l'avons dit. On voit *(fig. 3)*, au-dessus de l'espace qui nous occupoit tout-à-l'heure, une portion de pilier *t'* préparée pour l'exploitation; mais ici il se présente, à l'égard de l'extraction au jour, une différence considérable; c'est que, dans l'étage supérieur, la houille est élevée par des puits verticaux, à l'aide d'un treuil ou d'une machine à molettes, tandis que, dans l'étage inférieur, la houille est descendue par les puits inclinés jusque sur la galerie navigable, et de là conduite par la galerie d'écoulement jusqu'au bassin situé devant son orifice. *(Voy.* D, *fig. 2.)* Extraction au jour.

L'extraction par le treuil mu à bras d'hommes, n'est jamais appliquée que pour une profondeur peu considérable; elle n'a même lieu dans ce moment que par un seul puits, nommé *Demuthschacht (voyez* r, *fig. 3)*, et d'une profondeur de 14 toises, sur la couche n.° *5*: comme ce mode d'extraction ne présente ici rien de particulier, il seroit superflu de nous y arrêter.

L'extraction à l'aide d'une machine à molettes mise en mouvement par un seul cheval, a lieu par le puits dit *Einsiedelschacht (voyez* v, *fig. 3)*, d'une profondeur de 24 toises, sur la couche n.° *8*: nous ne nous y arrêterons pas non plus; nous remarquerons cependant que cette extraction est sagement coordonnée avec le roulage intérieur, qui s'opère, dans les galeries horizontales, sur des poutrelles unies, et à l'aide de chariots et de caisses mobiles, analogues à ceux que représentent les *fig. 4* à *8*. Il résulte de ces dispositions qu'une même caisse de houille est

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

transportée depuis la galerie d'alongement qui avoisine l'atelier d'exploitation, jusqu'au jour : on évite ainsi l'inconvénient, trop commun dans d'autres mines, de déplacer et de briser la houille; inconvénient d'où il résulte perte de temps et diminution de valeur du combustible.

Transport de la houille.

L'avantage qu'on obtient en ne déplaçant la houille que le moins possible, pour la transporter au jour, fut démontré en 1803, dans la mine qui nous occupe, par des faits qu'il pourra être utile de rapporter ici. Jusqu'à cette époque, l'extraction par la galerie navigable, alors récente, s'opéroit au moyen de barques ordinaires dans lesquelles on jetoit le combustible en tas, sans prendre plus de précautions pour vider les barques hors de la mine, qu'on n'en prenoit pour les remplir dans l'intérieur.

Voici comment on procède aujourd'hui; nous comparerons ensuite les résultats des deux modes.

Dans la galerie d'alongement qui correspond à l'atelier d'où l'extraction doit se faire (*voyez* galerie *4* près *t*, pour l'exemple expliqué ci-dessus), le transport de la houille a lieu dans des caisses mobiles qui sont placées sur des chariots à roulettes, ainsi qu'on le voit *fig. 6* et *8*. Une telle caisse est remplie devant l'atelier d'arrachement, mesure par mesure; elle contient 4 boisseaux (dits *scheffel*), chacun de 6464 pouces cubes, mesure de Silésie; le chariot est ensuite roulé par deux hommes jusqu'à l'orifice supérieur du puits incliné (voyez *l*). En cet endroit est situé un treuil pourvu d'un frein; au bas du même puits (voyez *m*), il existe une grue propre à élever les fardeaux; enfin dans la galerie navigable, une barque attend son chargement (voyez *fig. 9, 10* et *11*). Pour l'effectuer, on commence, à la partie supérieure du puits incliné *l m*, par fixer, au moyen d'une chaîne de fer, la caisse de houille sur le chariot qui l'a apportée; ensuite on attache au chariot l'une des extrémités de la corde qui enveloppe le cylindre du treuil : à l'autre extrémité de cette même corde, il se trouve, en bas du puits incliné, un chariot semblable, mais avec une caisse vide qui vient d'être retirée de la barque.

Ainsi, le chariot supérieur, dès qu'il est placé sur le plan incliné du puits *l m*, descend, par son propre poids, en faisant remonter le chariot

inférieur. On n'a besoin, pour obtenir ce double mouvement, que de donner à la caisse de houille une légère impulsion, dont on modère aussitôt l'effet par le moyen du frein adapté au treuil.

NAVIGATION souterraine, Pl. 18.

Parvenue au bas du puits, la caisse pleine est enlevée par la grue indiquée ci-dessus, et de suite elle est placée dans la barque.

Le chargement de chaque barque se compose de huit caisses, chacune de 4 boisseaux, et de deux caisses, chacune de 3 boisseaux; ces dernières sont propres à occuper les extrémités. Quand il y a deux barques de chargées, un conducteur les attache l'une à l'autre, et il les fait cheminer vers le bassin extérieur (D, *fig.* 2), en s'aidant des appuis ou *mains de bois* dont les parois de la galerie sont garnies pour cet effet. Au sortir de la galerie d'écoulement, le conducteur livre son convoi à d'autres ouvriers qui retirent les caisses des barques, à l'aide d'une grue à engrenage, et qui placent la houille, soit sur des voitures qui l'attendent, soit dans un magasin.

On sentira que toutes ces opérations exigent un ensemble qui dépend sur-tout d'une sage distribution des ouvriers, quant à leur nombre et quant à leur force. En général, un conducteur doit naviguer deux fois dans un poste de douze heures; quelquefois même il fait un plus grand nombre de voyages, ce qui dépend de l'espace à parcourir et de toutes les circonstances qui peuvent hâter ou retarder le chargement. Dans l'état actuel de l'exploitation, il sort, pendant un poste de douze heures, vingt barques de houille par la galerie d'écoulement.

Voyons maintenant les résultats comparatifs que nous avons annoncés ci-dessus.

Résultats comparatifs.

En 1802, l'extraction par la galerie navigable s'opéroit encore dans des barques ordinaires, et sans les caisses indiquées plus haut: alors, sur la quantité de combustible que fournissoit la couche *7*, il y avoit 55 $\frac{1}{5}$ pour cent de houille en gros quartiers; et quant à la couche *6*, 52 pour cent de la quantité totale d'extraction étoient obtenus en cette même espèce de marchandise, dont le prix surpasse de 2 gros $\frac{1}{4}$ ou de 35 centimes par boisseau, celui de la houille menue. Dès que le transport fut perfectionné ainsi que nous l'avons vu, la couche *7* fournit en grosse houille 60 $\frac{1}{5}$, et la couche *6*, 79 $\frac{2}{5}$ pour cent de la quantité de

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

houille obtenue d'elle; ainsi, le produit de la couche *7* en grosse houille fut augmenté de 5 pour cent, et celui de la couche *6*, de $27\frac{2}{5}$: le terme moyen de cette augmentation est de $16\frac{1}{5}$ pour cent. Vu la différence de prix mentionnée ci-dessus, le profit moyen sur cent boisseaux de houille extraits fut de 1 *reichsthaler* 5 *gros* 1 *pfenning* $\frac{2}{5}$ [environ 4 francs 50 centimes].

Comme le terme moyen de l'extraction qui a lieu par la galerie navigable s'élève à cent cinquante mille boisseaux *[scheffel]* par année, il résulte de ce qui précède que le perfectionnement du transport de la houille a assuré à la mine de *Fuchsgrube* un profit annuel de 2069 rthlr. 19 gros; c'est environ 7700 francs, rente dont le capital couvre et surpasse de beaucoup les frais d'établissement et d'entretien des caisses, ainsi qu'une augmentation de salaire (de 4 *pfennings* par 100 *boisseaux*) qu'a nécessitée l'introduction du nouveau mode.

Nous allons joindre à ces renseignemens une comparaison, établie avec la même authenticité, entre les trois modes d'extraction au jour qui sont employés dans la mine de *Fuchsgrube*, c'est-à-dire, entre le treuil mu à bras d'hommes, la machine à molettes mue par un cheval, et la navigation dans les galeries.

Pour rendre égales les circonstances de l'extraction dans les trois modes, il faut supposer à chaque puits surmonté d'une machine d'extraction, une profondeur de 36 toises, profondeur à laquelle sont situées les galeries de navigation; c'est en partant de cette donnée qu'on a obtenu les résultats suivans :

1.° Pour transporter 100 boisseaux de houille au jour par la navigation, le trajet sur l'eau étant de 550 toises, et le trajet sur le sol de la galerie d'alongement étant de 50 toises, il en coûte, terme moyen, en salaire d'ouvriers, y compris l'éclairage, 1 rthlr. 13 gros 10 pf. [environ 5 fr. 80 cent].

2.° Pour opérer le même transport par un puits de 36 toises de profondeur, le trajet sur le sol de la galerie d'alongement étant comme ci-dessus de 50 toises, il en coûteroit :

(a) par la machine à molettes. . . . . 1 rthlr. 23 gr. 3 pf.
(b) par le treuil. . . . . 2. 7. "

Ainsi, le transport au jour par la navigation, comparé au transport *(a)* par un puits surmonté d'une machine à molettes, procure une économie de 9 gros 5 pf. $\frac{1}{2}$ par 100 boisseaux de houille. L'extraction par la machine à molettes, comparée à celle par le treuil *(b)*, procure une économie de 17 gros 8 pf. $\frac{1}{2}$. Il est facile de voir que, pour l'extraction des 150000 boisseaux de houille qui sortent, année commune, par la galerie d'écoulement, l'économie annuelle de salaire, comparativement au mode qui emploie la machine à molettes, est d'environ 590 rthlr., équivalant à 2194 fr. Mais ce n'est pas, à beaucoup près, le seul avantage de cette navigation souterraine : elle a épargné le foncement d'un grand nombre de puits, tandis que ces puits n'auroient pas dispensé d'une galerie d'écoulement; de plus, en développant, ainsi que nous l'avons vu, toutes les ressources de cette exploitation, elle en a assuré la durée sans nouvelles dépenses, pour un long avenir, avantage précieux que des puits n'auroient pas procuré aussi économiquement.

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

Si, abstraction faite du transport dans les galeries d'alongement, pour chacun des modes d'extraction comparés ci-dessus, on considère seulement les frais de salaire relatifs au trajet de la houille dans les puits à machines et dans les galeries navigables, on obtient les résultats suivans :

1.° Pour le transport de 100 boisseaux de houille à une distance de 550 toises, par la navigation, les frais de salaire sont de 12 gr. 6 pf. $\frac{1}{2}$ ou d'environ 1 franc 93 centimes.

2.° Pour l'extraction de la même quantité, à l'aide d'une machine à molettes, par un puits de 36 toises de profondeur, les salaires coûtent un *reichsthaler*, ou 3 francs 72 centimes.

3.° Pour le même objet, mais à l'aide d'un treuil, les frais sont d'un *reichsthaler* un gros, ou 3 francs 87 centimes $\frac{1}{2}$.

Ainsi, dans l'état actuel des choses, pour l'extraction de 100 boisseaux de houille, l'avantage de la navigation, proprement dite, sur la machine à molettes, est représenté par une économie de 11 gros 5 pf. $\frac{3}{5}$, ou 1 fr. 79 centimes; et sur le treuil, par une économie de 12 gros 5 pf. $\frac{3}{5}$, ou 1 franc 94 centimes.

Terminons la description de la mine de Fuchsgrube, en jetant un coup-d'œil sur ceux des objets indiqués par les *fig. 1* à *3*, que nous n'avons

Explication des *Fig. 1* à *11*.

NAVIGATION souterraine, Pl. 28.

pas eu besoin de considérer pour expliquer le mode actuel d'exploitation, et sur les figures suivantes, qui représentent les moyens de roulage et de navigation dont il a été question dans ce qui précède.

Poursuite des travaux, *Fig. 1.*

La marche ultérieure des travaux souterrains est indiquée sur la *fig. 1*, ainsi qu'il suit: 1.° on a reconnu les couches de houille dans la profondeur, par le moyen d'un puits *g*, et d'un trou de sonde *h*; 2.° on pourra traverser toutes ces couches par une galerie c d, au niveau de laquelle un nouvel étage d'exploitation sera établi, sous la galerie navigable A B C.

Fig. 3.

Sur la *fig. 3*, nous voyons les objets ci-dessous:

o, p, galeries inclinées sur la couche et aboutissant au jour;

q, puits d'airage;

r, puits du treuil, en activité, déjà indiqué *(Demuthschacht)*;

s, puits dit *Pfeilerschacht*;

t, ancien puits dit *Alterschacht*;

u, puits dit *Gœpelschacht*;

v, puits de la machine à molettes, en activité, déjà indiqué *(Einsiedelschacht.)*

x, puits dit *Kieferschacht*;

y z, espace dit *brandfeld*, qui correspond à des travaux dans lesquels s'est manisfestée une inflammation. Il est séparé des galeries voisines par des massifs de maçonnerie *(y)*, indiqués transversalement sur plusieurs d'entre elles : ces massifs déterminent la circulation de l'air dans les galeries o p, et dans les travaux inférieurs;

α, *β*, petits puits ou foncemens dits *abteufen*;

v u, ancienne voie de roulage, abandonnée, &c.

Fig. 4 à 8.

Les *fig. 4, 5, 6, 7, 8*, représentent un chariot et une caisse mobile, tels que ceux que nous avons vu qu'on emploie, pour le roulage intérieur, dans l'étage de la navigation. Dans toutes ces figures, les objets en bois sont *en blanc* et les objets en fer sont *teintés*.

La *fig. 4* offre le plan de la voie de roulage; on y distingue les pièces de bois *a*, *b*, *c*, qui se retrouvent sur les élévations, *fig. 6* et *8*. Sur ces pièces est posé un chariot garni de roulettes : on le voit, dans la *fig. 4*, par-dessus; dans la *fig. 5*, par-dessous; dans la *fig. 6*, latérale-

ment et chargé d'une caisse mobile de roulage; enfin, dans la *fig. 8*, par derrière et chargé de la même caisse; la *fig. 7* présente le fond de la caisse mobile, vu par-dessous.

NAVIGATION souterraine. Pl. 28.

Les *fig. 9, 10* et *11* font voir une des barques qui sont employées pour la navigation souterraine : dans la *fig. 9*, elle est vue par-dessus; dans la *fig. 10*, coupée transversalement; dans la *fig. 11*, une moitié de cette barque est vue latéralement, et l'autre moitié au moyen d'une coupe longitudinale.

Fig. 9 à 11.

En comparant les échelles des diverses figures, on verra que, dans la barque de navigation, chacune de ses cases, telles que *d, e,* est propre à contenir une caisse mobile, telle que celle des *fig. 6, 7* et *8*. On en conclura facilement dans quel sens les caisses mobiles sont placées dans la barque, pour qu'il en résulte le chargement décrit ci-dessus.

Autre exemple de Navigation souterraine.

Mine dite Walkden-moor *en Angleterre.*

Canal Bridgewater.

Après avoir considéré un exemple de navigation souterraine, nous ne saurions passer sous silence le plus célèbre monument qui existe en ce genre. Les mineurs aimeront qu'on leur rappelle ainsi l'illustre nom du duc de Bridgewater, et le canal souterrain qu'il a établi dans ses mines de houille en Angleterre; c'est ce qui nous engage à jeter un coup-d'œil sur ce bel ouvrage, en prenant pour guide la description publiée par M. François-Henri Égerton (Paris, 1812).

Au grand système de navigation intérieure qui, partant de Worsley, à l'ouest de Manchester, dans le Lancashire, établit la communication entre les villes de Londres, de Liverpool, de Bristol et de Hull, se joint, entre Worsley et Bolton, la célèbre navigation souterraine du duc de Bridgewater : par ce moyen, les mines de houille de Walkden-moor près Worsley, qui jadis manquoient de débouchés, envoient aujourd'hui leurs abondans produits vers un canal à ciel ouvert, sur lequel ils sont ensuite dirigés vers Manchester, et vers plusieurs autres lieux de consommation.

Le canal souterrain qui parcourt les mines de Walkden-moor présente, y compris ses différens embranchemens sur les couches de

NAVIGATION souterraine.

Biefs.

houille, une longueur totale de 24 milles anglois; à cette partie de la navigation succède, sur une longueur de 35 milles, une navigation à ciel ouvert, qui va rejoindre les principaux canaux de l'Angleterre. Bornons-nous à considérer le canal souterrain.

Ce canal est divisé en deux étages ou biefs. Le bief supérieur est situé à 35 verges $\frac{1}{2}$, dites *rod* [ou à 586 pieds, mesure angloise], au-dessus du bief inférieur; il passe, au-dessous du profil du terrain, à une profondeur qui varie de 38 à 61 verges [ou de 627 à 1006 pieds anglois]. La longueur de l'excavation, sur ce seul niveau supérieur, est de plus de 6 milles anglois. Le bief inférieur est sur le même niveau que la navigation à ciel ouvert, qu'il va rejoindre à Worsley, après avoir parcouru les excavations qui sont pratiquées en divers sens, sur une longueur totale de plus de 12 milles. (1 mille équivaut à 1609 mètres $\frac{1}{3}$.)

Plan incliné.

Entre les deux biefs, il existe un chemin qui est incliné suivant les bancs de la roche dans le sein de laquelle il est pratiqué; c'est par ce *plan incliné* que la communication est établie, d'un niveau des mines à l'autre, c'est-à-dire, du bief supérieur au bief inférieur, et réciproquement. La longueur totale du plan incliné est de 454 pieds, et son inclinaison d'environ 20 degrés, ce qui équivaut à une pente moyenne d'un pied sur quatre de longueur.

Écluses.

Le but de cette disposition est de faire passer les bateaux chargés de houille, du bief supérieur au bief inférieur, qui va aboutir, comme nous l'avons déjà vu, aux canaux à ciel ouvert, et de remonter les bateaux vides, du bief inférieur au bief supérieur. Pour cela, à la partie supérieure de ce plan incliné, se trouvent deux écluses qui sont placées à côté l'une de l'autre, et séparées par un mur de 3 pieds d'épaisseur; le fond de chacune d'elles est le prolongement du chemin incliné. Chacune de ces écluses a 54 pieds de longueur; elle est pourvue des disposition[illegible] suivantes: 1.° une porte verticale, et mobile comme une vanne, [illegible] respond au chemin incliné duquel l'écluse peut recevoir, par [illegible] inférieure, un bateau vide, cette porte étant levée; 2.° [illegible] tournante, garnie d'une vanne, correspond au bief [illegible] l'écluse peut recevoir l'eau, quand il y a lieu, [illegible] 3.° des vannes sont destinées à évacuer l'[illegible]

quand il en est besoin : cette eau s'écoule par un puits qui la porte sur le bief inférieur. NAVIGATION souterraine.

Au-dessus des deux écluses, et par conséquent à la partie supérieure du chemin incliné, est établi un grand treuil, pourvu d'un frein circulaire : sur le cylindre horizontal de ce treuil, deux cables sont enroulés en sens inverse, comme dans les machines à molettes. Au moyen d'une grande roue dentée, d'un pignon et de deux manivelles, des hommes mettent en mouvement cette machine ; aux cables de laquelle sont attachés les bateaux qu'il s'agit de faire descendre et remonter sur le plan incliné; celui-ci est divisé, suivant la plus grande partie de sa longueur, en deux compartimens, par un mur de brique qui présente quelques ouvertures propres à servir de retraite en cas de besoin. Treuil.

Chacun des deux compartimens du plan incliné est garni d'un chemin de fer, ainsi que la partie inférieure dans laquelle les deux chemins se réunissent en un seul. C'est sur ces chemins que roulent les bateaux; pour cet effet, chaque bateau est fixé sur un chariot qui a 30 pieds de long avec 7 pieds 4 pouces de largeur, et qui est garni, par-dessous, de quatre roulettes en fonte de fer. Chemin de fer.

Quand un bateau chargé de houille se présente pour descendre, en venant du bief supérieur, on le fait passer dans l'une des deux écluses, qui est remplie d'eau pour cet effet ; on ferme sur lui la porte tournante; après quoi l'on vide cette même écluse; on fixe le bateau, qui s'est abaissé avec l'eau, sur le chariot qui se trouve au fond de l'écluse, et l'on élève la porte d'aval. Alors, dès qu'une sonnette qui sert de signal, annonce que, dans le bief inférieur, un bateau vide est fixé sur l'autre chariot, on fait jouer le treuil : il en résulte que le bateau chargé descend sur l'un des compartimens du plan incliné, tandis que le bateau vide remonte sur l'autre compartiment et vers l'autre écluse. Ce bateau vide vient entrer dans l'écluse correspondante qu'il trouve à sec : aussitôt, on le dégage du chariot qui le porte, et l'on donne l'eau à l'écluse; par ce moyen, le bateau vide s'élève, avec l'eau, vers le bief supérieur, sur lequel il va chercher un nouveau chargement; ensuite il redescend chargé, tandis que le bateau vide remonte, au moyen des manœuvres déjà rappelées. C'est ainsi que le jeu alternatif des deux écluses se continue, Manœuvre.

NAVIGATION souterraine.

pour faire, à chaque fois, descendre un bateau chargé et remonter un bateau vide. L'eau est fournie au bief supérieur et aux écluses par plusieurs sources souterraines, et par trois réservoirs auxquels on peut avoir recours pour cet objet.

Poids d'un bateau.

Un bateau vide pèse environ.....	80 quintaux anglois ou 4 tonnes.
Il contient en houille.....	240.
Le chariot pèse.....	100.
TOTAL du poids d'un chargement descendant...	420.

Ce poids, en descendant, suffit pour faire remonter le bateau vide; le surplus de force qui est nécessaire, dans le premier moment, pour faire avancer le bateau chargé, est produit, au moyen du mécanisme indiqué, par deux hommes, dont chacun, agissant avec une force égale à un poids de 40 livres, peut faire remonter un poids de 40 quintaux. Une fois que les bateaux sont en mouvement, on fait en sorte que le pignon n'engrène plus avec la roue dentée du treuil, et il ne s'agit plus que de modérer la course à l'aide du frein.

Produit de la mine.

De cette manière, on fait descendre, en un poste de 8 heures, 30 bateaux chargés. Les mines de Walkden-moor fournissent 200000 quintaux de houille par semaine; c'est environ 10400000 quintaux par année (mesure angloise).

Excavations, &c.

Pour les deux écluses souterraines, l'excavation présente une longueur de 54 pieds, avec une largeur de 20 pieds $\frac{1}{2}$; leur profondeur est de 4 pieds $\frac{1}{2}$ au dessous de la surface de l'eau du bief supérieur, dans la partie qui est contiguë à ce bief, et de 8 pieds dans la partie opposée. Au-dessus de la tête des écluses, il règne une excavation de 21 pieds de hauteur, dans laquelle est placée la machine indiquée plus haut.

Sur chacun des niveaux ou biefs, l'excavation pratiquée pour le passage du canal présente une largeur de 10 pieds 4 pouces, et une hauteur de 8 pieds 6 pouces; l'eau s'y tient à un niveau de 3 pieds 7 pouces au-dessus du fond.

La largeur du chemin de fer est de 19 pieds dans la partie où il est double, c'est-à-dire, depuis les écluses jusqu'à une distance de 282 pieds,

comptés suivant l'inclinaison; mais sur les 172 pieds qui suivent, au-dessous de cette partie, les deux chemins se réunissent en un seul qui n'a que 10 pieds de large. La hauteur du toit, au-dessus de ce chemin, est de 8 pieds.

NAVIGATION souterraine.

Navigation à ciel ouvert.

Vers l'extrémité inférieure du plan incliné, à 6 pieds 9 pouces au-dessus de la surface de l'eau, chaque bateau chargé est dégagé du chariot et mis à flot sur le bief inférieur, qui se prolonge de trois milles jusqu'à son orifice au jour, point auquel commence la navigation à ciel ouvert.

Ce bel ouvrage figure dignement à côté des admirables travaux de navigation que le duc de Bridgewater a conçus et exécutés, en Angleterre, avec tant de succès et de gloire, depuis l'année 1758. Le plan incliné fut commencé en 1795, et terminé en 1797.

Mode d'exploitation de la Houille par massifs courts.

Mines de Newcastle *en Angleterre.*

HOUILLE, Pl. 41 *ter*.

Produit annuel.

Nulle part l'exploitation de la houille n'a pris un plus grand essor qu'à Newcastle dans le Northumberland : on rapporte qu'il sort annuellement, des mines de cette contrée, une quantité de combustible qui s'élève à 72 millions de quintaux anglois. (*Voyez* un mémoire de M. Winch, dans les Transactions de la société géologique de Londres, tom. IV.)

Ce résultat, qui semble tenir du prodige, est l'effet naturel d'une sage disposition des travaux souterrains, de la puissance des machines à vapeur, qui sont employées pour l'épuisement des eaux et pour l'extraction de la houille, enfin de la rapidité des communications, qui sont établies par des chemins de fer, tant à l'intérieur qu'à la surface du sol, pour le transport du combustible obtenu. Nous aurons occasion de revenir ailleurs sur les machines et les chemins : bornons-nous ici à faire mention de l'exploitation de la houille, en considérant un mode de travaux qui a été récemment introduit à Newcastle, par M. Buddle, habile directeur d'une partie de ces mines. Ce mode se rapporte à l'un des cas que nous avons compris sous la dénomination d'*ouvrage par massifs courts*. (*Voyez* ci-dessus, pag. 471.) C'est celui qu'on nomme en anglois *narrow way*, ou la voie étroite.

HOUILLE, Pl. 41 *ter*.

Couches de houille.

A Newcastle, la disposition naturelle des couches de houille se rapproche le plus souvent du plan horizontal. Parmi un grand nombre de couches dont la puissance varie entre 2 et 8 pieds, on en exploite principalement cinq, dont chacune a environ 5 pieds de puissance.

La profondeur actuelle de l'exploitation est entre 90 et 135 toises, au-dessous de la surface du terrain. C'est à cette profondeur que les travaux sont disposés, dans le sein d'une couche de houille, ainsi que nous allons le voir, en jetant un coup-d'œil sur la *fig.* B de la pl. 41 *ter*.

Pl. 41 *ter*, *Fig.* B.

Cette figure offre le plan d'une portion de la couche qui se dirige suivant la ligne x y, et qui s'incline de 15 à 20 degrés vers le sens indiqué sur cette ligne par deux pointes de flèche; ainsi le spectateur placé en face de xy peut se représenter la couche inclinée devant lui, d'une manière analogue à ce que nous avons déjà expliqué par un grand nombre de figures, au sujet de la pl. 29.

On distinguera les objets suivans :

a, b, deux galeries horizontales pratiquées dans la couche de houille, suivant sa direction xy;

c, puits vertical, divisé en deux compartimens par une cloison qui règne depuis le jour jusqu'au fond;

d, e, f, g, portion de la couche dans laquelle on a déjà enlevé les neuf dixièmes de la houille, par le mode d'exploitation qui va être exposé;

Ouvrage par massifs courts.

h, i, j, k, autre portion de la même couche, dans laquelle on commence la division de la houille en *massifs courts*, par des tailles qu'indique le *blanc du papier*, tandis que les espaces *teintés* expriment le combustible;

l, m, n, o, autre portion dans laquelle la division de la couche de houille en massifs courts est un peu plus avancée que dans la partie h, i, j, k;

p, q, r, s, quatrième portion de la même couche, dans laquelle la division en massifs courts étant terminée, on procède à enlever ces massifs ou piliers de houille;

t, t, t, massifs de maçonnerie en brique, qui sont construits dans les tailles, à mesure qu'elles avancent; ces nombreux massifs, dont l'objet est

de diriger la circulation de l'air, sont indiqués d'une manière uniforme, dans les galeries où ils bouchent le passage; HOUILLE, Pl. 41 ter.

u u, galerie pratiquée dans la roche, au mur de la couche de houille, pour le retour de l'air;

u v, percement qui fait suite à la galerie u u, et qui, passant sous la couche de houille, aboutit à un puits d'airage v;

v, puits intérieur d'airage par lequel l'air, après avoir passé dans les galeries u u, u v, remonte dans les tailles pratiquées sur la couche, ainsi que l'indiquent suffisamment les pointes de flèche, qui font voir comment l'air circule dans tous les espaces excavés;

z, foyer d'airage établi dans la mine. Entre z et v, on remarquera les doubles portes d'airage *p, p*.

Un coup-d'œil sur la figure fera reconnoître le cours de l'air, ainsi qu'il suit : Airage.

L'air extérieur entre par celui des compartimens du puits c qui est situé à droite. Contenu par les massifs et par les portes *p*, l'air passe dans la galerie q s, et de là il se répand dans toutes les tailles ou excavations de l'espace p, q, r, s. En suivant l'indication des pointes de flèche, on voit qu'en général l'air monte et descend alternativement par deux galeries à-la-fois. Il parcourt ainsi toutes les tailles et galeries; après quoi il sort par l'autre compartiment du puits c, vers lequel il est attiré par le feu entretenu dans le foyer z.

On assure que, grâces à ce mode perfectionné d'airage, la circulation de l'air s'opère bien, au moyen d'un seul puits, dans un système d'excavations ou tailles dont le développement présente une longueur totale de 30 milles anglois. (Voyez *Geological and mining Report*, par M. Richard Griffith, Dublin, 1814, pag. 83.)

Communément, à Newcastle, on donne aux tailles principales, telles que *1* (dites *boards*), une largeur de 12 pieds, et aux tailles transversales, telles que *2* (dites *headings*), une largeur de 6 pieds. On laisse, entre ces tailles, des massifs *3* (dits *pillar*), qui ont 60 pieds dans un sens et 33 dans l'autre, avec une épaisseur égale à la puissance de la couche. (*Voyez* l'espace p, q, r, s.)

HOUILLE, Pl. 41 *ter.*

Quand une portion de la couche est disposée ainsi qu'on le voit en p, q, r, s, on procède à l'enlèvement des massifs, en commençant par la partie supérieure de la couche; la figure en indique plusieurs, sous le chiffre *4*, comme ayant déjà disparu, tandis qu'on enlève le massif *5*. Le toit de la couche est alors abandonné à un affaissement graduel, ce qui exige qu'on n'enlève les massifs qu'avec précaution, et quelquefois qu'en partie.

Roulage.

Dès que la houille est arrachée de son gîte, on la transporte sur de petits chariots traînés par des hommes, depuis les tailles jusqu'aux voies principales de roulage; là, elle est chargée dans de grands chariots que des chevaux traînent rapidement sur des chemins de fer. (*Voyez* pl. 30.) Parvenue au fond du puits, la houille est élevée au jour par une machine à vapeur; bientôt, chargée dans de grands chariots, elle fait route sur les nombreux chemins de fer qui existent à la surface du sol, tant vers la rivière de *Tyne*, que vers la rivière de *Wear*. C'est ainsi qu'une énorme quantité de combustible se précipite, pour ainsi dire, sans relâche, vers le lieu d'embarquement, où le travail est aussi actif, où les dispositions sont aussi bien conçues que dans les ateliers souterrains.

Roulage sur les Voies de fer.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 30.

Mine de Houille dite Koenigs-grube *en Silésie.*

VOIES DE FER, Pl. 30.

Si le choix des moyens les plus économiques de roulage et d'extraction, est, dans toute mine, un objet important, c'est sans contredit dans les mines de houille qu'il demande le plus de circonspection : en effet, la valeur peu considérable de la matière qu'elles fournissent, y permet peu de dépenses hasardées. Mais il ne s'ensuit nullement qu'on doive s'y abandonner à la routine aveugle des ouvriers, comme le font certains exploitans, et qu'il faille proscrire toute innovation, par cela seul qu'elle exigeroit quelque avance de fonds : ce que des gens peu éclairés prennent, en pareil cas, pour de l'économie, est souvent une énorme prodigalité; car ils sacrifient, sans rien améliorer, un profit quelquefois considérable, qui résulteroit d'une amélioration facile et peu dispendieuse.

La mine dite *Koenigs-grube*, située près de Beuthen dans la haute Silésie, nous présente un exemple intéressant des avantages qu'une exploitation de houille bien dirigée retire du perfectionnement de ses moyens de roulage et d'extraction. Des recherches comparatives y ont été faites concernant le roulage dans les galeries, et l'extraction par les puits, soit à bras d'hommes, soit à l'aide de chevaux. VOIES DE FER, Pl. 30.

Un succès constant a fait préférer, dans cette mine, la méthode qui va être exposée : c'est une heureuse imitation du mode de roulage qui est usité avec le plus grand succès en Angleterre, ainsi que nous avons déjà eu occasion de le remarquer ailleurs. (Tom. I.er, pag. 302, et ci-dessus.)

Jetons d'abord un coup-d'œil sur l'ensemble de la pl. 30 (*fig. 1, 2 et 3*). On y voit que la mine dite *Koenigs-grube* est ouverte sur trois couches de houille, désignées par les n.os *1, 2, 3* : la puissance de la couche n.° *3* est de 12 pieds de Silésie. C'est dans cette couche que nous allons considérer le roulage. Ensemble de la mine.

La profondeur réelle à laquelle le puits IK (dit *Einsiedelschachi*) est parvenu sur cette couche, est de 130 pieds; mais, dans les *fig. 1* et *3*, nous supposons le puits, et le terrain houiller qu'il traverse, interrompus suivant les lignes NO, *fig. 1*, et PQ, *fig. 3*. Nous supprimons ainsi une partie de la profondeur, qui ne présenteroit rien de particulier.

La *fig. 1* offre une coupe verticale suivant la direction des couches de houille, c'est-à-dire, suivant la galerie d'alongement AB, que l'on voit *fig. 2*. Cette coupe verticale passe, en même temps, par la ligne brisée GHIK de la coupe *fig. 3*; ainsi, dans la *fig. 1*, le plan vertical LM est situé en avant du puits d'extraction IK. *Fig. 1 à 3.*

Dans le plan *fig. 2*, on distinguera les galeries horizontales AB, ZUY, situées à des niveaux différens, et les galeries inclinées TT, SS : celles-ci suivent une ligne moyenne, entre la direction AB, et l'inclinaison des couches de houille, représentée par la coupe *fig. 3*. On jugera de l'inclinaison peu considérable des galeries SS, TT, vers la galerie AB, en remarquant, sur la *fig. 1*, l'espace marqué S, et le point T situé de l'autre côté du puits ; mais il est nécessaire d'avertir que, pour faire voir le chariot attelé d'un cheval, nous avons été obligés de supposer la voie SS ramenée dans le plan vertical de la *fig. 1*, au moyen d'une rotation facile

Voies de fer, Pl. 30.

à concevoir. Il suffira donc de comparer entre elles les *fig. 1, 2, 3*, pour faire les remarques suivantes: la galerie ZUY est au-dessus du niveau de la galerie AB; dans chacune de ces deux galeries, les pièces de bois transversales *a* sont situées sur un plan horizontal qui est le sol même de la galerie; dans chacune des galeries inclinées SS, TT, les pièces de bois *a* sont établies sur un plan incliné qui détermine la position du plancher de roulage; à la jonction d'une voie horizontale et d'une voie inclinée, il se trouve un angle plan peu considérable. Au moyen de ces remarques, on se représentera facilement la disposition réelle des galeries de roulage, dont la *fig. 2* ne peut offrir que la projection horizontale.

Exploitation.

La mine de *Kœnigs-grube* est exploitée suivant la méthode que nous avons décrite ailleurs, sous le nom d'ouvrage *par massifs longs [pfeiler bau]*. Un coup-d'œil sur la *fig. 2* suffira pour le faire sentir; bornons-nous ici à considérer le roulage; pour cela, nous examinerons :

1.° La construction d'une voie telle que celle qui est représentée *fig. 2*, ce qui comprend le tracé et l'exécution de la voie;

2.° La manœuvre du roulage, à l'aide d'un cheval;

3.° La comparaison de ce mode avec le roulage à bras d'hommes.

Voie de roulage.

Les dimensions des chariots dont on se sert pour cet objet (voyez *fig. 1* et *2*), prescrivent la largeur que doit avoir la voie, quand elle se prolonge en ligne droite; mais il est nécessaire qu'il s'y trouve des angles ou *tournans*, soit pour que deux chariots venant à se rencontrer, l'un puisse se ranger sans faire beaucoup de chemin, soit pour permettre de passer d'une galerie horizontale dans une galerie inclinée, et réciproquement. Il faut que ces angles soient déterminés de manière que, dans le tournant, les roues du chariot n'exercent point de pression latérale contre les solives de conduite *b*, qui les supportent par une disposition analogue à celle que l'on voit indiquée *fig. 7*, en C', pour un autre chariot.

La détermination de l'angle qu'exige un chariot pour pouvoir tourner suivant les conditions indiquées ci-dessus, dépend de la distance qui se trouve entre son essieu de devant et son essieu de derrière. Si cette distance est de 32 ½ à 33 pouces (mesure de Silésie), l'angle rectiligne du

tournant ne peut pas être moindre que 176 degrés; autrement, le chariot est gêné par le frottement. Ainsi, supposons que, dans la galerie horizontale A B, un chariot allant vers B rencontre un chariot allant vers A; si le premier, pour laisser passer le second, ne peut se ranger que dans une portion de galerie pratiquée suivant la direction *x y*, c'est-à-dire, faisant un angle rectiligne de 176 degrés avec la galerie A B, il est clair qu'il y aura une perte de temps considérable pour le passage des deux chariots. On trouve, par un calcul très-simple, que la largeur de chacun des deux chariots étant de 37 pouces, le chariot allant vers A devroit s'arrêter à 44 pieds $\frac{1}{10}$ à droite de la ligne *x x*, *fig. 2*, pour attendre que le chariot allant vers B fût venu se placer auprès de lui, dans un espace capable de donner passage à tous les deux. A plus forte raison, de semblables tournans par des angles de 176 degrés, ne sont-ils pas applicables dans le cas où il s'agit de passer d'une galerie horizontale dans une galerie inclinée.

Voies de fer, Pl. 30.

Pour obvier à cet inconvénient, dans chacune des parties de la voie de roulage où il doit se trouver un tournant, on donne aux solives de conduite une certaine courbure douce : elle est représentée, *fig. 5*, d'après une échelle plus grande que celle de la *fig. 2*.

Fig. 5.

Cette courbure est un arc de cercle qui s'éloigne peu de sa corde; voici comment on le détermine :

Supposons qu'un tournant doive commencer au point k, *fig. 5*; à partir de ce point, on tire une ligne k d, qui fait, avec le rang de solives m n correspondant à k, un angle de 15 degrés, et qui aboutit, en d, au rang parallèle de solives p q. L'angle dont le point k devient alors le sommet n'est que de 165 degrés; ainsi, il est de 11 degrés trop petit, pour que le chariot puisse tourner suivant les conditions énoncées ci-dessus : on l'augmente suffisamment, en substituant à la corde k d un arc de 30 degrés pris dans le cercle qui seroit circonscrit à un dodécagone, dont cette même corde seroit le côté, c'est-à-dire, en donnant la courbure d'un tel arc aux solives de conduite, placées entre le point k et le point d; cet arc se calcule facilement, d'après les considérations suivantes.

Tracé de la voie.

Si, de l'autre côté du point k, on détermine un autre angle de 15 degrés, ce même point k devient le sommet d'un angle de 150 degrés formé par deux cordes, dont l'une k d peut toujours être mesurée dans la mine. Or, un angle de 150 degrés est celui que forment entre eux deux côtés contigus d'un dodécagone : ainsi la corde k d peut être regardée comme le côté d'une telle figure. Connoissant la longueur de ce côté, on calcule le rayon du cercle circonscrit au dodécagone, et la perpendiculaire abaissée du centre de ce cercle sur le milieu du côté k d ; alors, soustrayant cette dernière longueur de la première, on trouve la distance qu'il doit y avoir entre le sommet *x* de l'arc cherché et le milieu de la corde connue. Il est facile de déterminer ainsi, de proche en proche, tous les autres points de la courbure que doivent présenter les solives de conduite. On pourroit, par ce moyen, faire tourner le chariot dans un cercle suivant les conditions énoncées; mais, n'ayant besoin que d'une petite partie de cet effet, on se contente d'employer des portions de cercle, dans chacun des endroits où il doit se trouver un tournant.

Au moyen de la courbure indiquée des solives de conduite *b* (*fig.* 2), il ne faut qu'un petit espace pour ranger un chariot qui est près d'en rencontrer un autre, ainsi qu'on peut le sentir à l'inspection seule de la *fig.* 5.

De plus, si l'on imagine que l'arc de cercle k *x* d soit prolongé au-delà de h, jusqu'à ce qu'il embrasse les deux côtés d'un dodécagone, k d, h, on verra qu'à l'extrémité du second côté h, le chariot, en entrant sur le troisième côté, pourroit y continuer sa route suivant une ligne droite indéfinie qui feroit un angle de 60 degrés avec la galerie m n, p q de *fig.* 5, ou A B de *fig.* 2.

Cet angle se trouve être déjà plus grand que celui que les galeries inclinées S S, T T, *fig.* 2, doivent faire avec la galerie horizontale A B : la *fig.* 2 indique, au point *l*, le raccordement par lequel on a ramené les galeries à suivre une ligne convenable entre la direction et l'inclinaison de la couche. C'est en appliquant ces considérations générales aux diverses localités, qu'on a tracé tous les tournans de la voie de roulage.

représentée *fig. 2.* Cette voie étant tracée, on l'exécute ainsi qu'il suit : VOIES DE FER. Pl. 30.

Des traverses *a, a,* en bois de pin *[kiefer],* sont établies solidement sur le sol de la galerie. C'est sur ces traverses que sont fixées les solives de conduite *b, b,* en bois de sapin *[fichte].* Les chevilles qui les fixent sont de bois de chêne bouilli dans l'huile. On chasse ces chevilles suivant la direction la plus propre à assurer la solidité des pièces dont les dimensions sont d'ailleurs suffisamment indiquées par les *fig. 1* et *5.* Sur les solives *b, b,* sont établis des barreaux de fonte de fer, non exprimés dans la *fig. 2;* l'ajustement de ces barreaux est suffisamment indiqué par les *fig. 4* et *6,* qui font voir une semblable disposition. Exécution de la voie.

Dans la portion de la galerie A B qui correspond à l'emplacement du puits d'extraction, il y a double voie de roulage, parce que le service exige, comme nous le verrons plus tard, qu'en cet endroit deux chariots se trouvent placés à côté l'un de l'autre.

La *fig. 2* fait voir qu'à partir du fond du puits, un chariot peut rouler, soit dans les galeries inclinées S S, T T, soit dans la galerie A B, au moyen de la courbure que prennent les solives de conduite; mais pour bien sentir comment on fait circuler le chariot dans la voie de roulage, il faut faire attention (voyez *fig. 5* et *fig. 1*) aux *coulisses* d *1, 2* et aux *pointes mobiles e, f,* qui sont les unes et les autres en fonte de fer. La *fig. 1* indique leur emplacement; la *fig. 5* en offre les détails. *Fig. 2* et *5.*

Chacune des coulisses présente deux rainures propres à recevoir le rebord saillant de la roue du chariot (voyez *fig. 7*). Chacune des pointes mobiles peut décrire un petit arc de cercle autour d'un boulon vertical qui la fixe, la pointe *e* vers *d,* et la pointe *f* vers *g (fig. 5).* Supposons que le chariot venant du point A, il s'agisse de le faire rouler vers B; on ouvre la pointe *f,* en lui faisant décrire le petit arc de cercle *fg,* et on laisse l'autre pointe fermée. S'agit-il de faire rouler le chariot du point A vers le point h, on ouvre la pointe *e* et l'on ferme l'autre. Dans le premier cas, la roue gauche du chariot vient passer dans la rainure *1* de la coulisse; dans le second cas, la roue droite passe dans la rainure *2.* On voit, quant à la manœuvre des pointes toujours placées deux à deux, qu'il ne s'agit que de tenir fermée celle qui est parallèle à la direction qu'on veut faire prendre au chariot, et d'ouvrir l'autre. C'est ainsi, par Exemple.

Voies de fer, Pl. 50.

exemple, qu'au point *i*, *fig. 2*, les pointes sont disposées de manière que le chariot puisse circuler de *i* vers *k*, tandis qu'au point *l*, les pointes indiquent une circulation de *l* vers *m*; par-tout ailleurs elles sont fermées, de manière que le chariot ne puisse circuler sans qu'on ouvre une pointe. Cette explication nous dispensera de revenir sur le jeu des pointes mobiles, dans la description de la manœuvre du roulage, dont nous allons nous occuper. Nous y supposerons qu'on aura ouvert et fermé les pointes mobiles, suivant le but que nous verrons qu'on se proposera.

Moyens de roulage, *Fig. 7.*

Avant de suivre la manœuvre du roulage, commençons par examiner la construction des chariots employés pour cet objet. On en voit de deux espèces, *fig. 7*, sous les lettres a et b, savoir :

a, plan d'un chariot de roulage vu par dessous, de manière qu'on distingue ses deux essieux;

a^1, élévation latérale du même chariot, chargé de trois caisses de bois garnies de ferrures;

a^2, élévation antérieure ou postérieure du même chariot chargé des mêmes caisses;

b, plan d'un chariot de roulage vu par dessous, de manière qu'on distingue ses quatre essieux;

b^1, élévation latérale du même chariot chargé de trois caisses de bois garnies de ferrures;

b^2, élévation antérieure ou postérieure du même chariot chargé des mêmes caisses.

Dans le chariot a, les deux essieux sont en fer et mobiles dans leurs cuvettes β, tandis que chacune des roues est en fonte de fer, et immobile autour de son essieu : c'est celui-ci qui tourne, dans le mouvement du chariot, et qui entraîne les roues scellées à ses deux extrémités. Le corps de l'essieu est cylindrique, sauf la dépression qu'il présente vers son milieu. (*Voyez* a, *fig. 7*.) Chacune de ses extrémités se termine par un prisme rectangulaire qui est fixé dans l'ouverture circulaire que présente le moyeu de la roue. Dans le chariot b, les quatre essieux sont en fer; chacun d'eux traverse une roue de fonte, qui est immobile autour

de lui : ainsi, chacun des deux chariots a quatre roues qui sont immobiles autour d'essieux mobiles. Dans le premier, chaque essieu porte deux roues; dans le second, chaque roue a son essieu particulier. Il seroit superflu de nous arrêter aux autres détails de construction; ils sont suffisamment indiqués par les figures; on y pourra distinguer les pièces de bois de chêne dont le chariot est formé, des pièces de fer dont il est garni. Nous remarquerons seulement que l'essieu doit être solidement fixé dans le moyeu de la roue, à l'aide de coins de bois et de fer. (*Voyez* c, *fig.* 7.)

Il résulte des expériences comparatives qui ont été faites sur l'emploi de ces deux chariots de construction différente, que le chariot à quatre essieux b roule mieux que l'autre dans les tournans : cela provient de ce que, dans ce chariot, chacune des roues chemine pour son propre compte; il en résulte que les deux roues qui, dans un tournant, doivent décrire le petit arc de cercle, cheminent lentement, tandis que les deux roues situées du côté opposé, accélèrent leur mouvement, pour décrire le grand arc de cercle qui correspond au dehors du tournant. Dans les galeries droites, au contraire, c'est le chariot à deux essieux a qui obtient l'avantage; sa marche est plus égale, et le rebord des roues s'use moins contre les voies de conduite.

Sur le chariot a, on charge trois caisses dont chacune contient un *boisseau* de houille (mesure de Silésie, d'une capacité de 6464 pouces cubes, et d'un poids moyen de 178 livres de Breslau). Un tel chargement est représenté par les *fig.* a^1, a^2 : il existe aussi d'autres chariots d'une construction semblable, mais plus grands, qui sont destinés à porter trois caisses, chacune de trois boisseaux, telles qu'on les voit sur les *fig.* b^1, b^2.

Sur le chariot b, on charge, soit trois caisses, chacune de 3 boisseaux, soit deux caisses dont chacune contient 5 boisseaux.

Ordinairement la manœuvre du chariot a s'exécute au moyen de deux hommes qui le poussent par derrière sur la voie de roulage; mais le chariot b est traîné avec plus de profit par un cheval qu'on attelle au crochet de fer dont le chariot est garni. (*Voyez* b.)

Passons aux détails de cette manœuvre.

Voies de fer, Pl. 30.

Détails de la manœuvre.

Le roulage s'opère de trois ateliers d'extraction vers le puits I K, par le moyen du même cheval: la distance moyenne de chaque atelier au puits est de 100 toises; le cheval la parcourt deux fois en 12 minutes et $\frac{1}{2}$, pour aller et revenir.

Un ouvrier est chargé de conduire alternativement plusieurs chariots différens, ainsi qu'on le verra plus tard; un autre ouvrier est posté au-dessous du puits, pour accrocher les caisses, ou tonnes pleines, au cable de la machine d'extraction, et pour en détacher les tonnes vides: enfin, à chaque atelier d'arrachement, il y a un ouvrier destiné à charger un chariot qui s'y trouve toujours, vide ou plein. Le temps nécessaire pour ce chargement est de 20 à 25 minutes.

Exemples.

Supposons que le conducteur venant d'un atelier situé au-delà du point X, ait amené sous le puits, au point *o*, un chariot chargé *nn*, qu'on voit en route sur la voie S S *(fig. 2)*; aussitôt il dételle son cheval, ce qui se fait promptement, vu la simplicité du harnois, et il l'attelle à un chariot déchargé *w'*, qui l'attend en cet endroit.

Alors, il fait route vers l'un des deux autres ateliers d'arrachement (par exemple vers *j*), où, à son arrivée, il trouve un chariot chargé; il y laisse son chariot vide, et il revient, avec le chariot chargé, au-dessous du puits, d'où il repart avec son premier chariot *nn*, qu'on a vidé en son absence, pour le troisième atelier d'arrachement, situé, par exemple, au-delà de Y; là, il trouve un chariot chargé, laisse un chariot vide, revient vers le puits, et ainsi de suite.

Remarquons que la tonne *w'*, dans le plan *fig. 2*, n'est pas la même que *w*, *fig. 1* et *3*, mais elle lui est semblable: c'est pour faciliter l'explication de la manœuvre, qu'on a préféré faire voir une tonne vide *w'*, dans le plan *fig. 2*.

On voit, par ce qui précède, que la même caisse dans laquelle on a chargé la houille avec précaution, va de l'atelier d'arrachement jusqu'au jour: il en résulte que la houille n'est pas brisée par le déplacement, ce qui influe avantageusement sur la valeur de ce combustible. Nous verrons plus tard comment s'opèrent l'extraction et le roulage au jour, et quel profit il résulte du mode de roulage que nous venons d'exposer; mais

auparavant il convient d'indiquer comment, dans le roulage intérieur, le conducteur fait passer un chariot d'une direction dans une autre. VOIES DE FER, Pl. 30.

Supposons que le chariot vide *v'* étant au point *q* sous le puits, il s'agisse de le conduire à l'atelier *j*, pour ramener de là un chariot chargé vers le point *q*, et repartir ensuite, avec un chariot vide, pour un autre atelier.

D'abord le chariot *v'* est conduit, de la voie horizontale AB, où est situé le point *q*, dans la voie inclinée TT, ce qui n'exige que la manœuvre des pointes mobiles, expliquée ci-dessus. Il parvient ainsi au point *z*, où il faut le faire passer de la voie inclinée TT, dans la voie horizontale UZ : pour cet effet, on dételle le cheval et on le conduit à l'extrémité opposée du chariot, à laquelle il est de suite attelé ; il traîne alors le chariot jusqu'au point *i*; et là, quittant la voie droite, il range le chariot dans l'espace *k*. Cela fait, on dételle le cheval du chariot vide *v'*, et on l'attelle au chariot chargé qui se trouve en *j*. Ce dernier est amené jusqu'au point *p*, au-delà du tournant voisin. Ici, on dételle encore le cheval, pour aller chercher le chariot *v'*, et le conduire jusqu'à la place que le chariot plein occupoit. Le cheval repart ensuite du point *p*, pour retourner au point *z*, où il est de nouveau dételé comme ci-dessus, puis attelé à l'extrémité opposée du chariot, pour revenir dans la voie inclinée TT ; de là il parvient, avec le chariot chargé, dans la voie horizontale AB, jusqu'au point *q*. Pendant cette manœuvre, qui, depuis le départ compté du puits, jusqu'au retour au même point, n'a exigé que 12 minutes et $\frac{1}{2}$ pour une distance de 100 toises, le chargement d'un chariot est terminé dans un autre atelier d'arrachement, où nous avons vu que le cheval va se rendre avec un chariot vide qu'il trouve sous le puits.

Le service des trois ateliers s'exécute sans perte de temps notable, parce que le temps nécessaire pour charger un chariot dans l'un des trois ateliers d'arrachement, est à-peu-près le même qui est nécessaire pour que le chariot fasse deux voyages vers les deux autres ateliers qu'il doit servir.

Ajoutons ici quelques faits propres à compléter la description de cette manœuvre.

Comme le cheval parcourt deux fois les 100 toises qui séparent un atelier du puits, en 12 minutes et $\frac{1}{2}$, y compris les retards occasionnés Roulage par un cheval.

Voies de fer, Pl. 30.

par les tournans, par l'inclinaison d'une portion de la voie, et par la nécessité de dételer et atteler plusieurs fois pour chaque voyage, il en résulte que, dans un poste de 12 heures, qui comprend 9 heures de travail effectif, le cheval peut faire 43 voyages, chacun de 10 boisseaux de houille, formant un poids d'environ 1882 livres. On se borne à admettre que, dans le temps indiqué ci-dessus, le cheval fait 36 voyages, chacun de 100 toises pour aller, et d'autant pour revenir, et que le produit de sa journée est le transport de 360 boisseaux de houille, formant un poids total de 67752 livres. Le cheval parcourt ainsi 7200 toises dans sa journée.

Roulage à bras d'hommes.

Passons au roulage à bras d'hommes : il s'opère encore en quelques parties de cette exploitation, et par deux méthodes différentes.

Dans la première on ne roule à-la-fois qu'une seule caisse, semblable à celles que l'on voit *(fig. 7)*, en a^1 et a^2, où elles sont représentées placées sur un chariot; mais ici, point de chariot. Les patins de fer dont la caisse est garnie par-dessous, posent immédiatement sur le plancher de roulage. Une telle caisse est traînée par un seul homme, à l'aide d'une bricole circulaire dans laquelle passe son épaule gauche, et d'où pend une chaîne de fer, terminée par un crochet; ce dernier saisit la caisse par l'anneau qu'elle porte au milieu de sa face antérieure.

Le *hercheur* charge lui-même la caisse de roulage, dans l'atelier d'arrachement, ayant soin de trier la houille, pour que le *gros*, le *menu* et le *moyen* combustible soient extraits séparément. La même caisse, parvenue sous le puits d'extraction, où se trouve un treuil mu à bras d'hommes, est attachée au cable de la machine, par le moyen d'une chaîne de fer, qui est fixée dans les anneaux dont elle est pourvue à sa partie supérieure. C'est ainsi que la caisse parvient au jour.

La distance moyenne qu'un hercheur parcourt horizontalement dans la mine, en traînant une telle caisse, est de 30 *lachter* ou toises, équivalant à 200 pieds. Il la parcourt en . . . . . 1 minute 30 secondes.

Il lui faut le même temps pour revenir.	1.	30.
Il emploie pour charger.	2.	"
Et sous le puits.	1.	"
Ainsi, un voyage complet exige. . .	6. minutes	"

La quantité de combustible contenue dans une caisse est d'un boisseau; son poids moyen . . . . . = 178 livres $\frac{33}{100}$.

La caisse pèse, sans sa garniture de fer. . . . . 56. "

La caisse toute garnie . . . . . 96. "

Ainsi, le poids d'une caisse pleine de houille. . . . . = 274. $\frac{33}{100}$.

D'après les données ci-dessus, un seul hercheur pourroit, en 9 heures de travail actif, rouler vers le puits 90 caisses de houille; mais deux hommes appliqués à ce travail, sur la distance énoncée de 30 toises, ne roulent effectivement que 110 caisses, faisant un poids de 19616 livres, parce qu'ils s'occupent, en outre, de divers soins relatifs à l'entretien des travaux. Ainsi, chaque homme, pendant son poste de 9 heures, roule 55 caisses à 30 toises, ce qui exige à-peu-près 6 heures de travail pour ce seul objet.

Nous avons déjà remarqué que 30 toises sont la distance moyenne à laquelle le roulage au traîneau est exécuté par deux hommes; ce mode n'est pas employé au-delà d'une distance de 60 toises : pour une distance de 20 toises et au-dessous, le roulage a lieu par le moyen d'un seul homme.

Dans ces deux cas, les vîtesses, ainsi que les retards pour charger et sous le puits, sont les mêmes que ci-dessus. Pour parcourir 60 toises en allant, le hercheur emploie 3 minutes, et autant pour revenir : son voyage complet dure 9 minutes; le voyage du hercheur à 20 toises exige en tout un peu moins de 5 minutes : ainsi, deux hercheurs, sur une distance de 60 toises, fournissent, en 8 heures $\frac{1}{4}$, la même quantité de houille que deux hercheurs à 30 toises mènent au puits en 6 heures (110 boisseaux). Cette même quantité de combustible est fournie, en 9 heures à-peu-près, par un seul hercheur travaillant sur une distance de 20 toises. On verra facilement ce qui peut avoir lieu entre les limites que nous venons d'indiquer, et au-delà de ces mêmes limites.

Autre mode de roulage.

Un autre mode de roulage est employé dans la même mine, sous le puits dit *Henriettenschacht*. Ici l'on se sert du chariot que représente la *fig. 7* en a; il est chargé de 3 boisseaux de houille. Deux hommes poussent le chariot par derrière, sur la voie de roulage; mais les hercheurs sont obligés d'attendre sous le puits, à chaque voyage, que les trois tonnes

Voies de fer, Pl. 30.

amenées en ce point soient parvenues jusqu'au jour, au moyen d'un treuil.

Dans ce cas du roulage par le chariot à deux hommes,

Le chargement des 3 caisses exige.....	6 minutes.
Le trajet pour aller à 60 toises horizontalement..	2 $\frac{22}{100}$.
Autant pour revenir.....	2 $\frac{22}{100}$.
Le retard sous le puits.....	6.
Le chariot pèse, sans les tonnes.....	330 livres.
Chacune des tonnes, y compris sa ferrure.....	96.
La houille contenue dans chacune des 3 caisses.....	178.
Ainsi, le poids total du chariot chargé..... =	1152.

Quand ce mode de roulage a lieu pour une distance de 60 toises, les deux hommes qu'il emploie font, en 9 heures, 30 voyages complets, qui ne procurent que 90 boisseaux de houille : or, nous avons vu ci-dessus que le travail de deux hercheurs au traîneau, sur la même distance, procure 110 boisseaux en 8 heures $\frac{1}{4}$; ainsi, abstraction faite de la différence de fatigue pour les hommes, le roulage au chariot paroît moins avantageux que le roulage au traîneau, pour une distance qui n'est que de 60 toises.

Comparaison des modes.

D'après les faits rapportés ci-dessus, on peut calculer, par approximation, que si la distance du roulage étoit de 80 toises, il y auroit à-peu-près égalité, pour la quantité de produit, entre le roulage au traîneau et le roulage au chariot; car, 1.° pour *hercher* au traîneau, sur cette distance de 80 toises, il faudroit 12 minutes par voyage complet : on en feroit 45 en 9 heures, et deux hommes fourniroient ainsi 90 boisseaux; 2.° pour rouler au chariot sur la même distance, il faudroit 18 minutes $\frac{6}{10}$ par voyage complet : on en feroit 29 en 9 heures, et deux hommes fourniroient ainsi 87 boisseaux. Mais si la distance devient de 100 toises, l'avantage est pour le roulage au chariot : deux hommes peuvent fournir alors 81 boisseaux en 9 heures, par ce mode, tandis que deux hercheurs au traîneau n'en pourroient fournir qu'environ 50 dans le même temps, et seroient beaucoup plus fatigués que les premiers. C'est par cette raison que, passé 60 toises, on n'emploie pas le roulage au traîneau. L'avantage

du chariot poussé par des hommes, s'accroît encore au-delà de 100 toises; on l'emploie jusqu'à la distance de 120 toises. VOIES DE FER, Pl. 30.

Il résulte de ce qui précède, que si, par poste de travail, on vouloit conduire au puits d'extraction 100 boisseaux de houille, d'une distance de 100 toises, par le roulage au traîneau, il faudroit employer au moins 4 hercheurs qui devroient travailler avec la plus grande activité. Pour obtenir la même quantité venant de la même distance, par le roulage au chariot, il faudroit aussi quatre hommes, mais qui auroient beaucoup moins besoin de se presser. Dans les deux cas, la dépense seroit égale pour l'exploitation qui nous occupe, savoir :

4 tâches de roulage.....	$''^{rthlr.}$	20^{gros}	$9^{pf.}\ \frac{3}{5}$.
1 livre d'huile pour l'éclairage des 4 hommes.	''	5.	1 $\frac{1}{5}$.
TOTAL.....	1.	1.	10 $\frac{4}{5}$.

ou à-peu près 3 francs 88 centimes.

C'est à ce nombre que nous allons comparer la dépense qu'exige le roulage à l'aide du cheval. On se rappelle que, par poste de 9 heures, il arrive de cette manière, au puits dit *Einsiedelschacht*, 360 boisseaux de houille, dont chacun vient d'une distance de 100 toises : réduisons le produit du poste de travail à 350 boisseaux, parce que les caisses peuvent quelquefois n'être pas exactement pleines. Le roulage de cette quantité coûte, tout compris, 1 rthlr. 23 gr. 6 pf. $\frac{4}{5}$, savoir : Dépenses.

Pour trois chargeurs.....	$''^{rthlr.}$	15^{gros}	$7^{pf.}\ \frac{1}{5}$.
Un homme au fond du puits.....	''	6.	''
Le cheval et son guide, d'après la dépense de toute l'année, mais en ne comptant que 300 jours de travail.....	''	15.	9 $\frac{2}{5}$.
L'éclairage des trois chargeurs et de l'homme posté au fond du puits, à raison d'un quart de livre d'huile par homme, et l'éclairage des tournans et de l'écurie, à raison d'une livre en tout, ci, deux livres d'huile.	''	10.	2 $\frac{1}{5}$.
TOTAL comme ci-dessus.....	1.	23.	6 $\frac{4}{5}$.

69..

Voies de fer, Pl. 30.

Ainsi, le roulage de 100 boisseaux amenés de 100 toises, coûte par cette méthode 13 gr. 7 pf.

Soustrayant cette somme de.....	1 rthlr.	1 gros	10 pf. $\frac{4}{5}$.
ci.....	"	13..	7.
On trouve.....	"	12.	3 $\frac{4}{5}$.

Avantages obtenus.

Tel est le bénéfice que procure le roulage à l'aide du cheval, par 100 boisseaux de houille : c'est à-peu-près 1 fr. 90 cent. Le bénéfice est donc de 5 fr. 65 cent. par jour, et de 1695 fr. par année, pour le seul puits dit *Einsiedelschacht.*

Un autre avantage de cette méthode de roulage, c'est que, pour obtenir 350 boisseaux de houille par jour, d'une distance de 100 toises, soit au moyen des traîneaux, soit au moyen du chariot a, il faudroit employer 12 hommes, tandis que le roulage à l'aide du cheval n'en emploie que 5 pour le même objet.

Il importe sur-tout de remarquer que ce qui exige le plus de temps, dans le roulage à l'aide d'un cheval, ce sont les retards de la manœuvre, qui ne s'accroissent plus, une fois que le chariot poursuit sa route dans une voie horizontale : il en résulte que, ce mode de roulage étant une fois établi dans trois galeries d'alongement, pour trois distances de 100 toises chacune, ces distances peuvent être poussées jusqu'à 200 toises, sans autre augmentation de dépense que la prolongation des voies. On verra facilement, d'après les faits rapportés ci-dessus, que, dans cette supposition, on peut encore, en 9 heures de temps, obtenir, pour le même prix à-peu-près, la même quantité de houille que ci-dessus. Il n'en est pas ainsi des deux autres modes de roulage ; le calcul et l'expérience font voir que la distance relative à l'emploi du chariot a, qui, en pareil cas, est plus avantageux que le traîneau, ne peut être poussée que jusqu'à 120 toises, sous la condition d'obtenir la même quantité de combustible, dans le même temps et pour le même prix que ci-dessus. Cette différence considérable est propre à recommander l'emploi du chariot à l'aide du cheval, dans les exploitations régulières.

Roulage au jour.

Ce seroit peu d'avoir perfectionné le roulage dans l'intérieur d'une mine, si l'extraction au jour et le transport de la houille obtenue ne lui

étoient sagement coordonnés. Nous allons voir ce que les dispositions relatives à ces deux objets ajoutent aux avantages du mode exposé ci-dessus.

Revenons au puits dit *Einsiedelschacht*. Il est surmonté d'une machine à molettes, dans laquelle on distinguera les objets suivans, à l'aide des *fig. 1* et *3* :

r, le tirant auquel on attelle un cheval ;

s, le tambour cylindrique sur lequel s'appliquent les deux cables en sens inverse ;

β, les poulies ou molettes d'où les cables pendent dans le puits.

Les dimensions des diverses parties sont exprimées par les figures ; ainsi, bornons-nous à rapporter les faits suivans, relativement à l'extraction d'une tonne contenant 5 boisseaux de houille :

Le poids du combustible à élever ..... $= 941^{\text{livres}}\ \frac{11}{100}$.

Le frottement, estimé le septième de la charge, est représenté par ..... $134\ \frac{44}{100}$.

Toute la résistance à vaincre ..... $= 1075\ \frac{55}{100}$.

La profondeur totale d'où l'on extrait. $= 130^{\text{pieds}}$.

Le bras de levier de la puissance .... $= 25$.

Le bras de levier de la résistance .... $= 3\ \frac{6}{10}$.

La tonne parvient jusque sur le chariot à bascule qui la reçoit au jour, en ..... 300^{secondes}.

La puissance nécessaire pour vaincre toute la résistance ..... $= 154^{\text{livres}}\ \frac{12}{100}$.

La vîtesse de la résistance par seconde. $= \frac{43}{100}$ de pied.

La vîtesse de la puissance, par seconde. $= 3^{\text{pieds}}\ \frac{2}{10}$.

Le nombre de tours de manége, que fait le cheval pour extraire une tonne ..... $= 5^{\text{tours}}\ \frac{77}{100}$.

L'espace que le cheval parcourt dans un poste de travail ..... $= 68104^{\text{pieds}}$.

Parvenue au jour, la tonne est déposée, par le cable qui la tient, sur le chariot à bascule, où elle est maintenue par le moyen des chaînes de fer dont il est garni. Un coup-d'œil sur la *fig. 7*, en b^2, indiquera suffisamment que les tourillons cylindriques *v*, *v*, dont la tonne est pour-

vue, reposent alors sur les fourchettes *y*, qui se trouvent à la partie supérieure du chariot à bascule *u'*, *fig. 8*. Ce chariot est aussitôt poussé par un homme, sur la voie de roulage extérieur, jusqu'à l'une des 4 ouvertures X qu'elle présente. (Voyez *fig. 4*.) Là, on décroche les chaînes qui maintenoient la tonne dans une position verticale : alors, vu que ses tourillons sont situés plus près du fond que de la partie supérieure (voyez *fig. 8*), la tonne se renverse à l'aide d'un léger choc. Par ce moyen, la houille tombe dans l'un des grands chariots C (voyez *fig. 7*), qui l'attendent sous les ouvertures de la voie de roulage. Dès qu'un tel chariot est plein, il est traîné par un cheval sur la voie de roulage, dont les *fig. 4* et *6* font voir la disposition générale et les détails. C'est ainsi qu'il parvient à une distance d'environ 415 toises, jusqu'à l'emplacement où la houille est carbonisée pour le service de l'usine dite *Koenigs-hütte*, qui l'emploie au fondage des minerais de fer. L'inclinaison de la voie de roulage extérieur est constamment d'un pouce sur 2 toises et $\frac{1}{2}$ de sa longueur, en allant de la mine vers l'usine. Du reste, cette voie offre une construction semblable à celle que nous avons déjà considérée dans l'intérieur de la mine. Les *longrines* de roulage *b* (*fig. 6*) sont en fonte de fer; elles sont maintenues sur les pièces de bois *c*, tant au moyen des oreillons dont chaque pièce de fonte est pourvue, que par l'ajustement de l'extrémité d'une pièce dans l'extrémité de la pièce contiguë.

D'après la disposition des coulisses ou rainures qui se trouvent sur la voie de roulage (*fig. 4*), on voit qu'à l'une des deux divisions du puits, telle qu'est R, *fig. 1* et *4*, correspondent deux ouvertures X, de manière que l'on peut à volonté faire rouler le chariot à bascule vers l'une ou vers l'autre ouverture ; il ne s'agit pour cela que de diriger le rebord de l'une des roues en partant du puits, dans la coulisse convenable.

Rappelons-nous que, dans l'intérieur, un voyage complet de deux tonnes exige 12 minutes $\frac{55}{100}$. Leur extraction, y compris leur arrivée dans les grands chariots et le retour au puits, n'exige que 12 minutes. Comme l'extraction doit se régler d'après le roulage intérieur, il résulte de ces faits qu'en une heure il s'opère 4 extractions $\frac{7}{100}$, de deux tonnes; c'est-à-dire qu'il sort 47 *boisseaux* $\frac{7}{10}$ par les deux divisions du puits. Or, un grand chariot, tel que C, *fig. 7*, contient 30 boisseaux;

ainsi deux de ces chariots sont remplis en une heure un quart, chacun par la division du puits qui correspond à son emplacement; pendant ce même temps, deux chariots pleins vont à l'usine et en reviennent vides : il s'ensuit qu'en neuf heures de temps, quatorze grands chariots C sont remplis et conduits à l'usine. On fait en sorte que ce nombre aille jusqu'à seize grands chariots par poste de travail de douze heures; c'est cette quantité, formant un total de 480 boisseaux et un poids d'environ 646 quintaux de 132 livres (mesure de Silésie), que le cheval du roulage extérieur traîne journellement vers l'usine à fer. Il fait ainsi quatre voyages complets, aller et retour, pour chacune des quatre ouvertures X; en tout seize voyages. Il parcourt un espace de 13280 toises, dont moitié avec une charge de 5340 livres, non compris le poids du chariot, et moitié avec le poids seul du chariot vide : mais vu l'inclinaison de la voie, c'est le travail de remonter le chariot vide qui fatigue principalement le cheval; le chariot plein descend presque de lui-même. On verra, par la *fig. 4*, que les deux chariots placés sous les ouvertures extrêmes X, se remplissent alternativement du produit de l'extraction, pendant une heure un quart, tandis que les deux chariots intermédiaires sont roulés vers l'usine, et réciproquement. Quand le cheval a ramené un chariot vide, on l'attelle à celui qui se trouve plein, par le moyen du crochet dont le chariot est garni : le roulage s'opère ainsi sans interruption. Parvenue à l'atelier de carbonisation, la houille est retirée du grand chariot C par la porte dont il est pourvu. (Voyez *fig. 7*).

VOIES DE FER, Pl. 30.

Nous ne nous arrêterons pas à décrire l'extraction de la houille, pour le cas où le roulage intérieur a lieu, soit par le traîneau, soit par le chariot anglois; elle s'opère alors à l'aide d'un treuil mu à bras d'hommes : nous remarquerons seulement la dépense qu'exige ce mode d'extraction, pour la comparer avec celle du mode qui vient d'être décrit.

Prix d'extraction.

Pour une profondeur de 130 pieds, qui est celle du puits dit *Einsiedelschacht*, l'extraction de cent boisseaux de houille, par le moyen du treuil le plus avantageux, coûteroit, d'après l'expérience de quelques autres parties de la mine, le prix indiqué ci-après :

Voies de fer, Pl. 30.

Pour salaire de trois hommes.....	14 gros	4 pf.	$\frac{3}{5}$.
Pour entretien des ustensiles de roulage et d'extraction.	1.	6.	".
(p) TOTAL.....	15.	10.	$\frac{3}{5}$.

Pour cette même profondeur, l'extraction de 350 boisseaux par la machine à molettes, coûte :

Pour le cheval et son guide.....	" rthlr.	15 gros	9 pf.	$\frac{2}{5}$.
Pour deux hommes postés au jour.....	"	10.	9.	$\frac{3}{5}$.
TOTAL...	1.	2.	7.	

Ainsi, l'extraction de 100 boisseaux coûte :

Pour le cheval et les ouvriers.....	7 gros	7 pf.	$\frac{3}{5}$.
Et pour entretien des ustensiles de roulage et d'extraction.....	3.	"	"
(q) TOTAL.....	10.	7.	$\frac{3}{5}$.

En ajoutant au total *(p)* le prix du roulage intérieur au traîneau, pour 100 boisseaux, on calcule que le roulage et l'extraction, au treuil, de cette quantité, coûtent 1 rthlr. 17 gros 8 pf. $\frac{3}{5}$.

En ajoutant au total *(q)* le prix du roulage intérieur à l'aide du cheval, pour 100 boisseaux, on calcule que le roulage et l'extraction par la machine à molettes, coûtent 21 gros 2 pf. $\frac{3}{5}$.

Ainsi, le bénéfice qui résulte du roulage intérieur à l'aide du cheval et de l'extraction à l'aide de la machine à molettes, est, par cent boisseaux de houille, une somme de 20 gros 6 pf., ou de 3 francs 10 cent. à-peu-près.

Dans tous les cas, le roulage de cent boisseaux vers l'usine, par le chariot attelé d'un cheval, coûte, tout compris, 6 gros 3 pf. $\frac{2}{5}$, quantité qu'il faut ajouter aux frais énoncés.

Résumé.

En récapitulant les faits exposés, on voit ce qui suit :

Le roulage intérieur étant de 100 toises et la profondeur du puits de 130 pieds, toutes les opérations relatives au transport de 100 bois-

seaux de houille, depuis l'atelier d'arrachement jusqu'à l'usine, coûtent :

1.° Par le mode des traîneaux et du treuil mu à bras d'hommes, ci . . . . . 2 rthlr. " gr. " pf.
ou 7 francs 44 cent. ;

2.° Par le mode des chariots et de la machine à molettes, à l'aide des chevaux, ci . . . . . 1. 3. 6.
ou à-peu-près 4 francs 26 cent.

Ainsi, le profit, sur 100 boisseaux, c'est-à-dire, la différence entre les sommes 1.° et 2.°, est de . . . . . " 20. 6.
ou de 3 francs 18 cent., à l'avantage de la machine à molettes.

Si le roulage intérieur s'opère d'une distance de 200 toises, les frais ne sont que foiblement augmentés pour le cas 2.°, tandis qu'ils s'accroissent beaucoup pour le cas 1.° Le profit trouvé ci-dessus, relativement au roulage intérieur considéré seul, doit alors être ajouté au profit qui est relatif à une distance de 100 toises ; ci à ajouter . . . . . " 12. 3. $\frac{4}{5}$.

On trouve ainsi que le total de profit, sur 100 boisseaux, est une somme de . . . . . 1. 8. 9. $\frac{4}{5}$.

Cette somme équivaut à 5 francs à-peu-près.

Ainsi, sur une extraction journalière de 350 boisseaux, le profit est, dans le cas 2.°, une somme de 17 francs 50 cent. par jour. En n'admettant que trois cents jours de travail par an, ce mode donne, pour chaque puits auquel il est appliqué, un bénéfice annuel de 5250 francs, indépendamment des autres avantages qu'il procure, en épargnant un grand nombre d'ouvriers et en accélérant l'extraction.

Ces avantages sont susceptibles de s'accroître suivant une progression rapide, dans les mines dont la profondeur, l'étendue et les localités, en général, donnent lieu de combiner l'extraction par les machines à vapeur, avec le roulage sur les voies de fer, tant au jour qu'à l'intérieur ; c'est ainsi que certaines mines de l'Angleterre, qui ont servi de modèle à celles de la Silésie, sont parvenues à l'état le plus florissant.

Roulage sur les Voies de fer en Angleterre.

VOIES DE FER, Pl. 30.

C'est en général sur des voies de fer que, dans les établissemens anglois, on voit rouler et, pour ainsi dire, se précipiter vers les rivières ou vers les canaux navigables, ces énormes quantités de houille dont nous avons fait mention ailleurs. (Tom. I.er, pag. 304 et suivantes; tom. II, pag. 530 à 534.)

Application étendue de ce mode.

Au rapport de M. de Gallois (*Annales des mines*, 1818), les chemins ou voies de fer qui sont établis entre les rivières de Tyne et de Wear, pour le service des seules mines de Newcastle, présentent, soit dans l'intérieur, soit à la surface du sol, une longueur totale de 150 lieues françoises, et cela dans un district dont l'étendue n'est que de 7 lieues de long sur 4 de large. Dans le Glamorgan, il existe près de 100 lieues de semblables chemins: les diverses contrées de la Grande-Bretagne en présentent beaucoup d'autres. Par-tout, en ce pays, on a reconnu l'avantage de semblables dispositions; il consiste en ce que, sur les voies de fer, le transport des masses les plus considérables s'exécute avec facilité, avec promptitude et à peu de frais.

Diverses constructions.

On distingue deux sortes de voies de fer:

1.° L'une, dite en anglois *rail way, rail road*, &c., est une *voie saillante*, semblable à celles qui sont représentées sur plusieurs des planches de notre Atlas. (*Voyez* pl. 16, *fig. 15* à *18*; pl. 30, *fig. 7*, C; pl. 41 *ter*, *fig.* C et q.

2.° L'autre sorte (*tram way, tram road, plate way*), est une *voie plate*, que font voir suffisamment, sur la pl. 41 *ter*, les *fig.* E, E'.

Un coup-d'œil sur ces figures fera reconnoître en quoi diffèrent les deux dispositions de roulage auxquelles se rapportent ces deux voies: dans la première disposition, chacune des roues du chariot est pourvue d'un rebord ou d'une rainure, et la voie n'en offre point; dans la seconde, c'est la voie qui porte un rebord propre à contenir les roues, et celles-ci ne diffèrent des roues ordinaires que par leurs moindres dimensions.

La voie saillante est celle que l'on a le plus anciennement substituée aux chemins de bois qui étoient jadis employés pour le même objet; on

lui a reproché d'être plus coûteuse que la voie plate, principalement à cause de la construction particulière des chariots. (*Voyez* l'ouvrage de M. Nemnich, intitulé *Neueste reise durch England*, &c., page 65, Tübingen, 1807.) Quoi qu'il en soit, la voie saillante est préférée, dans le nord de l'Angleterre, pour le transport des grands chariots, à la surface du sol: la voie plate est employée, dans la partie méridionale du même pays, pour le transport de petits chariots, et elle est généralement usitée dans l'intérieur des mines. Voies de fer, Pl. 30.

Les chariots dont on fait usage, en Angleterre, sur les voies saillantes, sont en général construits comme celui que l'on voit sur la pl. 30, *fig. 7*, en C. Quelquefois ces chariots sont entièrement de fer. A Newcastle, ainsi qu'en Silésie, un chariot vide (pl. 30, *fig. 7*, C) pèse 30 quintaux (poids de marc); chargé de houille, il contient 50 quintaux de ce combustible.

Dans les mines de Glascow, on emploie de moindres chariots dont chacun ne pèse, étant vide, que 6 quintaux (poids de marc), et ne contient, étant plein, que 12 quintaux de houille.

Éviter le frottement, faire descendre les masses par l'effet de leur poids, et employer ce même poids, quand cela est possible, pour faire monter d'autres masses, tels sont, en général, le but et l'effet des voies de fer, dites *voies angloises*. Cette idée, d'autant plus ingénieuse qu'elle est plus naturelle, n'est pas neuve sans doute, puisque nous avons eu occasion de voir qu'il a existé anciennement une semblable voie inclinée de roulage, construite en bois, sur la mine du Rammelsberg dans le Bas-Hartz. (*Voyez* pl. 18 et pag. 303.) D'ailleurs Calvoer, dans son ouvrage allemand sur les mines du Hartz, publié en 1763, rapporte avec beaucoup de détails que, dès l'année 1724, le roulage sur un plan incliné, construit en bois, étoit en activité sur l'une des mines du Haut-Hartz, dite *Gelbe Lilie*. Le même auteur donne la description et l'image de cette disposition, dans la deuxième partie de son ouvrage, pag. 77, et pl. XI, *fig. 3*. (Voyez *Acta historico-chronologico-mechanica, &c. &c., oder Historisch-chronologische Nachricht, &c. &c*, Brunswick, 1763.) But et moyens du roulage.

Quel que soit l'inventeur, c'est en Angleterre que la construction des plans inclinés de roulage a reçu les plus heureux perfectionnemens, et

Voies de fer, Pl. 30.

cela, depuis que la fonte du fer y est obtenue en quantité considérable et à bas prix. Il ne sera peut-être pas inutile de remarquer, à ce sujet, que les plus importans progrès dans l'exploitation des mines, et dans plusieurs autres arts, sont dus à ce que le minerai de fer carbonaté des houillères est traité dans les usines par le moyen de la houille. C'est ainsi que de précieuses améliorations s'opèrent dans les diverses branches de l'industrie des mines et usines, quand les établissemens se prêtent un mutuel secours.

Divers cas de pente.

La disposition des voies de fer comprend plusieurs cas distincts, que nous passerons rapidement en revue, d'après les observations de M. de Gallois.

Chariots et chevaux.

1.° Si la pente de la voie est peu considérable, par exemple de $\frac{46}{100}$ de pouce par toise, en descendant, on peut y faire cheminer à-la fois 4 chariots chargés de houille, tels que celui de la Silésie et de Newcastle (pl. 30, *fig. 7*, c). Ces chariots descendent par l'effet seul du poids; il faut qu'un cheval qui les accompagne puisse les traîner vides en remontant: c'est cette condition qui limite leur nombre. Mais si la pente est de $\frac{94}{100}$ de pouce par toise, on ne peut faire cheminer ainsi, que 3 chariots pleins de houille en descendant, parce que le cheval ne peut faire remonter que 3 chariots vides. D'après ce qui précède, on voit qu'au moyen d'un seul cheval, on transporte, pour chaque voyage, dans le premier cas, 200 quintaux (poids de marc), et dans le second cas, 150 quintaux de houille.

2.° Si la pente est plus considérable en descendant, le cheval ne peut faire remonter les chariots que l'un après l'autre, encore faut-il que cette pente ne soit pas excessive; ainsi, le roulage est retardé par l'accroissement de la pente, quoique cette circonstance soit favorable à la descente des chariots: c'est que la principale difficulté consiste à les faire remonter.

Plans inclinés.

3.° Si la pente descend très-rapidement, on n'emploie pas de chevaux. Les chariots pleins, en descendant par leur poids, sur un plan incliné, font remonter les chariots vides, au moyen d'un cable passant sur une poulie, et d'un frein s'il y a lieu; mais alors le nombre de chariots pleins que l'on peut faire descendre à-la-fois, est déterminé par le nombre de chariots vides qu'il est possible de faire remonter par leur

moyen. Par exemple, sur une pente qui descend de 4 pouces $\frac{32}{100}$ par toise, et dont la longueur est de 650 toises, 6 chariots pleins font remonter 6 chariots vides; mais si la pente est de 9 pouces $\frac{24}{100}$ par toise, sur la même longueur, on ne peut faire descendre que 2 chariots pleins, parce qu'ils suffisent, et même au-delà, pour faire remonter 2 chariots vides. Ainsi, le premier cas est plus avantageux que le second, pour la célérité du roulage. Sur une pente plus forte que celle du second cas, on ne peut faire descendre qu'un chariot à-la-fois ; il faut même alors modérer sa course au moyen d'un frein. Voies de fer, Pl. 30.

4.° S'il s'agit d'une voie qui monte, par exemple, de $\frac{78}{100}$ de pouce par toise, un cheval peut y traîner 2 chariots chargés de houille, tels que ci-dessus ; en revenant vers la mine, il descend avec les 2 chariots vides.

5.° Si la voie est horizontale, ou si elle monte seulement de 1 pouce à 1 pouce et $\frac{1}{2}$ par toise, on fait usage, dans plusieurs endroits de l'Angleterre, du chariot à vapeur que nous considérerons sur la pl. 41 *ter*, *fig.* C. Un semblable chariot à vapeur traîne jusqu'à 20 chariots de houille, chargés d'un poids total de 1000 quintaux de combustible (poids de marc). On estime qu'il parcourt, par heure, environ 3500 toises de France, quand les chariots sont chargés, et 8750 toises, quand ils sont vides. Chariot à vapeur.

6.° On peut encore faire cheminer les chariots de houille sur une pente ascendante, en employant pour cet objet, soit les chevaux, soit les machines à vapeur. M. de Gallois rapporte qu'à la mine d'Ouston, près Newcastle, il existe trois exemples de plans ascendans, sur lesquels les chariots de houille sont élevés par des machines à vapeur. La longueur totale de ces plans est d'environ 425 toises ; leur pente moyenne est de 8 pouces $\frac{74}{100}$ par toise ; 4 chariots chargés d'un poids total de 200 qtx. de houille (poids de marc) montent, par ce moyen, avec une vîtesse de 3 pieds par seconde. (Voyez *Annales des Mines*, 1818, pag. 143.) Machines à vapeur.

En combinant ces divers procédés suivant ce qu'indiquent les localités, on obtient en Angleterre les plus étonnans résultats dans les mines de houille, tant à l'intérieur qu'à la surface du sol, sans que les dépenses soient excessives. On estime que l'établissement d'une voie de fer, sur Dépenses.

Voies de fer, Pl. 30.

un mille anglois, ou 1609 mètres de longueur, ne coûte que 1000 liv. sterling ou 24000 francs, tout compris, excepté cependant les frais extraordinaires que nécessite la construction des machines.

Depuis long-temps, cet exemple a été suivi, avec succès, dans plusieurs des mines du pays de la Marck et de la Silésie; espérons qu'il procurera les mêmes avantages en France, où rien n'est plus nécessaire, pour l'exploitation des mines, que de multiplier et de faciliter les communications.

Résultats.

Pour apprécier l'importance des voies de fer, il suffira de remarquer le fait suivant, qu'on peut regarder comme un résultat moyen, d'après les observations et les calculs de M. de Gallois. Sur une voie de fer bien tracée, et ne présentant qu'une foible pente, soit en montant, soit en descendant, un seul cheval de force ordinaire, et accompagné d'un seul conducteur, peut faire parvenir, dans une journée de travail, un poids total de 140 quintaux de houille (poids de marc), ou de 7000 kilogrammes, à une distance de 3 lieues $\frac{3}{4}$ ou 8561 toises $\frac{1}{4}$ (mesure de France). Le cheval parcourt ainsi une distance de 7 lieues $\frac{1}{2}$ dans sa journée, tant pour aller que pour revenir.

En plusieurs endroits, la distance qu'il s'agit de faire parcourir aux produits des mines est divisée en relais. Supposons que, sur une foible pente, cette distance totale soit de 8561 toises, ou de 3 lieues $\frac{3}{4}$, et qu'elle soit divisée en dix relais, par le moyen de dix chevaux, dont chacun traîne trois chariots tels que ci-dessus; il est clair que, dans ce cas, la quantité de houille qui pourra être transportée par le roulage, depuis la mine jusqu'au lieu de la destination du combustible, sera décuple de celle qui est indiquée plus haut, comme étant le produit du roulage opéré par un seul cheval; alors chacun des dix chevaux, dans le relais auquel il sera affecté, pourra faire dix voyages, chacun de 856 toises pour aller, et d'autant pour revenir: dans chaque voyage, en allant, le cheval traînera un poids total d'environ 230 quintaux anciens, y compris la houille et les trois chariots pleins. En revenant avec les trois chariots vides, le cheval traînera un poids d'environ 90 quintaux.

M. Nemnich, dans son ouvrage déjà cité, pag. 65, rapporte que,

sur une pente descendante de $\frac{5}{6}$ de pouce par verge, ou *rod* de 16 pieds $\frac{1}{2}$, un seul cheval a traîné, avec la plus grande facilité, treize chariots contenant un poids de 440 quintaux de houille, et que le même cheval les a fait remonter vides aussi lestement. Le même auteur ajoute que la charge d'un seul cheval a été portée jusqu'à 43 tonnes, ou 946 quintaux de houille, en descendant; mais il ne dit pas que le même cheval ait traîné les chariots vides en remontant. C'est en cela, comme nous l'avons déjà remarqué, que consiste la principale difficulté de ce mode de roulage.

FIN

DE LA II.e PARTIE DE LA DIVISION TECHNIQUE.

Branner Lib.

Stanford University Libraries

3 6105 010 926 504

622
H562d
v. 2